



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANYUYO Y DISEÑO DE RED DE
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA EL DURAZNAL, JALAPA, JALAPA**

Ludyn Alberto Lima Oliva

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, mayo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANYUYO Y DISEÑO DE RED DE
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA EL DURAZNAL, JALAPA, JALAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUDYN ALBERTO LIMA OLIVA

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANYUYO Y DISEÑO DE RED DE
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA EL DURAZNAL, JALAPA, JALAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 16 de mayo de 2015.



Ludyn Alberto Lima Oliva

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de febrero de 2019
REF.EPS.DOC.212.02.2019

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Ludyn Alberto Lima Oliva**, Registro Académico 200312700 y CUI 2293 26080 2101 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANYUYO Y DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA EL DURAZNAL, JALAPA, JALAPA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
SJRS/ra



Guatemala,
01 de abril de 2019

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANYUYO Y DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA EL DURAZNAL, JALAPA, JALAPA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Ludyn Alberto Lima Oliva con CUI 2293260802101 Registro Académico No. 200312700, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la ingeniería nacional y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. civil, Luis Manuel Sandoval Mendoza
Jefe Del Departamento de Hidráulica



/mrrm.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 03 de abril de 2019
REF.EPS.DOC.127.04.2019

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANYUYO Y DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA EL DURAZNAL, JALAPA, JALAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Ludyn Alberto Lima Oliva, CUI 2293 26080 2101 y Registro Académico 200312700**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte del Asesor-Supervisor, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Ludyn Alberto Lima Oliva titulado **DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANYUYO Y DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA EL DURAZNAL, JALAPA, JALAPA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2019
/mrrm.



Universidad de San Carlos
de Guatemala

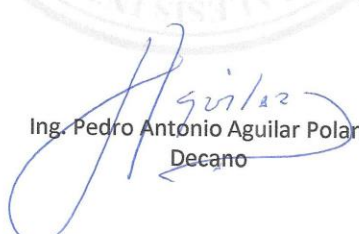


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 226.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANYUYO Y DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA EL DURAZNAL, JALAPA, JALAPA**, presentado por el estudiante universitario: **Ludyn Alberto Lima Oliva**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, mayo de 2019

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por concederme bondadosamente la oportunidad de alcanzar este logro con su ayuda.
Mis padres	Juan Alberto Lima Ruano y Oliva Aguirre, por su interminable amor, paciencia y apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida.
Mis hermanos	Gerson, Jaime David y Brenda Lima Oliva, por su ayuda incomparable.
Mis hijos	Juan y María Lima Morales, por permanecer siempre a mi lado incondicionalmente.
Mi familia	Con cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Todo poderoso, por haberme dado la sabiduría y permitirme realizar esta meta.
Mis padres	Juan Alberto Lima Ruano y Oliva Aguirre, por su interminable amor, paciencia y apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Especialmente a la Facultad de Ingeniería por darme la formación académica.
Ing. Silvio Rodríguez	Por su valiosa asesoría en el presente trabajo de graduación.
Mis tíos	Oscal Oliva, Morales Oliva y Franco Oliva, con cariño.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de la aldea Sanyuyo y de la aldea El Duraznal	1
1.1.1. Ubicación y localización	1
1.1.2. Límites y colindancias	2
1.1.3. Extensión	2
1.1.4. Clima	2
1.1.5. Población e idioma.....	3
1.1.6. Suelo y topografía	3
1.1.7. Vías de acceso	5
1.1.8. Servicios públicos	5
1.1.9. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos y de infraestructura del lugar	6
2. DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANYUYO, JALAPA	7
2.1. Descripción del proyecto.....	7
2.1.1. Levantamiento topográfico	7
2.1.2.1. Altimetría	7

	2.1.2.2.	Planimetría	8
2.2.		Diseño del sistema	8
	2.2.1.	Descripción del sistema a utilizar.....	9
	2.2.2.	Período de diseño	9
	2.2.3.	Población de diseño	9
	2.2.4.	Método geométrico de población.....	9
2.3.		Integración de caudales	10
	2.3.1.	Factor de retorno	10
	2.3.2.	Caudal domiciliar	10
	2.3.3.	Caudal de infiltración	11
	2.3.4.	Caudal de conexiones ilícitas	11
	2.3.5.	Caudal de diseño.....	12
	2.3.6.	Factor de Harmon.....	12
2.4.		Selección del tipo de tubería	13
	2.4.1.	Diseño de secciones y pendientes	13
	2.4.2.	Velocidades máximas y mínimas.....	13
	2.4.3.	Diámetro de tubería.....	14
	2.4.4.	Cotas Invert	14
	2.4.5.	Profundidad de la tubería	15
	2.4.6.	Pozos de visita	15
	2.4.7.	Conexiones domiciliarias.....	15
	2.4.8.	Propuesta de tratamiento	15
2.5.		Diseño de la planta de tratamiento.....	16
2.6.		Especificaciones técnicas	19
	2.6.1.	Construcción de bodega de materiales.....	19
	2.6.2.	Corte del material	19
	2.6.3.	Enmarcado	19
	2.6.4.	Relleno a los lados del tubo.....	20
	2.6.5.	Relleno final.....	20

2.6.6.	Tubería PVC	20
2.6.7.	Instalación de tubería PVC	20
2.6.8.	Pozos de visita.....	21
2.6.8.1.	El piso	21
2.6.8.2.	Levantado	21
2.6.8.3.	Tapadera de concreto armado	22
2.6.8.4.	Impermeabilización interna	22
2.6.8.5.	Escalones de acero.....	22
2.7.	Planos constructivos.....	23
2.8.	Presupuesto	23
2.9.	Cronograma de ejecución.....	24
2.10.	Evaluación de impacto ambiental	24
2.11.	Evaluación socioeconómica.....	25
2.11.1.	Valor presente neto.....	25
2.11.2.	Tasa interna de retorno.....	27
3.	DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL DURAZNAL, JALAPA.....	29
3.1.	Aforo de las fuentes.....	29
3.2.	Análisis de la calidad del agua.....	29
3.3.	Análisis fisicoquímico sanitario	29
3.4.	Análisis bacteriológico	30
3.5.	Levantamiento topográfico.....	30
3.5.1.	Planimetría.....	30
3.5.2.	Altimetría.....	31
3.6.	Criterios de diseño	31
3.6.1.	Período de diseño	31
3.6.2.	Tasa de crecimiento poblacional	32
3.6.3.	Estimación de la población de diseño	32

	3.6.3.1.	Según el modelo geométrico	32
3.7.		Dotación.....	33
	3.7.1.	Determinación de caudales	33
	3.7.2.	Caudal medio diario.....	33
	3.7.3.	Caudal horario máximo.....	34
	3.7.4.	Caudal de vivienda	34
	3.7.5.	Caudal instantáneo.....	34
3.8.		Parámetro de diseño	35
	3.8.1.	Tanque de almacenamiento	35
3.9.		Red de distribución	36
3.10.		Obras hidráulicas	37
	3.10.1.	Cajas de válvulas	37
	3.10.2.	Cajas de válvulas de cheque	37
	3.10.3.	Pozos de visitas	38
	3.10.4.	Pasos de zanjón.....	38
	3.10.5.	Cajas de rompedora.....	38
3.11.		Sistema de desinfección	39
3.12.		Especificaciones técnicas	40
	3.12.1.	Limpieza y desmonte	40
	3.12.2.	Localización y replanteo	41
	3.12.3.	Excavación de zanjas	41
	3.12.4.	Rellenos	42
	3.12.5.	Instalación de tubería de PVC	42
	3.12.6.	Instalación de válvulas	43
	3.12.7.	Materiales.....	43
	3.12.8.	Tubería.....	44
	3.12.9.	Cajas de válvulas	44
3.13.		Fabricación y colocación de concreto.....	44
3.14.		Encofrado y formaleta	46

3.15.	Acero de refuerzo	47
3.16.	Anclajes de tubería	48
3.17.	Pozos de visita	48
3.18.	Planos constructivos	49
3.19.	Presupuesto	49
3.20.	Cronograma de ejecución	50
3.21.	Programa de operación y mantenimiento	50
3.22.	Propuesta de tarifa	53
3.22.1.	Evaluación de impacto ambiental	53
3.22.2.	Evaluación socioeconómica	54
3.22.2.1.	Valor presente neto	54
3.22.2.2.	Tasa interna de retorno	56
CONCLUSIONES		57
RECOMENDACIONES		59
BIBLIOGRAFÍA		61
APÉNDICES		63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de la aldea Sanyuyo y de la aldea El Duraznal	1
2.	Detalles de un desarenador	16

TABLAS

I.	Necesidades de los pobladores	6
II.	Dimensiones de equipo.....	17
III.	Presupuesto.....	23
IV.	Cronograma de ejecución	24
V.	Costos generales del sistema de alcantarillado sanitario	26
VI.	Red de distribución de agua potable aldea El Duraznal, Jalapa, Jalapa49	
VII.	Cronograma de ejecución red de distribución de agua potable aldea El Duraznal, Jalapa, Jalapa	50
VIII.	Programa de operación y mantenimiento del sistema de distribución de agua potable	51
IX.	Cálculo de tarifa.	53
X.	Costos generales del sistema de alcantarillado sanitario	55

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H_{min}	Altura mínima del pozo
A	Área
Q	Caudal
Q_{com}	Caudal comercial
Q_{aforo}	Caudal de aforo
Q_{ci}	Caudal de conexiones ilícitas
Q_{dis}	Caudal de diseño
Q_i	Caudal de infiltración
Q_{diario}	Caudal diario
Q_{dom}	Caudal domiciliar
Q_{md}	Caudal medio diario
Q_{DM}	Caudal máximo diario
Q_{MH}	Caudal máximo horario
Q_{san}	Caudal sanitario
C	Coeficiente de escorrentía del terreno
n	Coeficiente de rugosidad
$\%CL$	Concentración de cloro
CT	Cota de la superficie del terreno
CT_f	Cota del terreno final
CT_i	Cota del terreno inicial
CI	Cota invert inicial
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida

CP	Cota piezométrica
D	Días
Ø	Diámetro de tubería
DH	Distancia horizontal entre pozos
Dot	Dotación de agua
Dot_{com}	Dotación de agua comercial
entib	Entibado
E_t	Espesor de tubería
f_{qm}	Factor de caudal medio
FH	Factor de Harmon
FHM	Factor de hora máximo
F.R.	Factor de retorno
G	Gramos de tricloro
HG	Hierro galvanizado
I	Intensidad de lluvia del área
PSI	Libras por pulgada cuadrada
M	Litros de agua a tratarse
l/hab/día	Litros por habitante por día
L	Longitud
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
msnm	Metros sobre el nivel del mar
C	Miligramos por litro
mm	Milímetros

GLOSARIO

Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las alturas.
ASTM	American Society for Testing and Materials
Banco de marca	Lugar que tiene un punto fijo cuya elevación se toma como referencia para determinar altura de otros puntos.
Caudal	Cantidad de agua que pasa por la alcantarilla por unidad de tiempo.
Caudal de diseño	Caudal con el cual se diseña cada tramo del drenaje pluvial, está integrado por el coeficiente de escorrentía, intensidad de lluvia y el área a drenar.
CII	Centro de Investigaciones de Ingeniería
Cota	Altura de un punto sobre el nivel del mar u otro plano de nivel.
DGOP	Dirección General de Obras Públicas
EPS	Ejercicio Profesional Supervisado

Pendiente

Inclinación necesaria con respecto a una línea horizontal, diseñada para que el agua que conducen las alcantarillas se desplace libremente haciendo uso de la fuerza de gravedad.

Planimetría

Proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario, que es la superficie medida de la tierra y que toma un punto de referencia para su orientación.

Pozo de visita

Estructura que forma parte de un alcantarillado y tiene por objeto dar inspección, limpieza y ventilación al sistema.

Relaciones hidráulicas

Relación que existe entre cada uno de los parámetros de diseño a sección llena y parcialmente llena, las cuales deben cumplir con condiciones para que las tuberías no trabajen a sección llena.

Topografía

Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre y debajo de la misma.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación presenta una propuesta de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y un sistema de distribución de agua potable, distribuido en tres capítulos.

En el capítulo I se presenta una investigación monográfica de las comunidades a beneficiar con la implementación de estos proyectos con el fin de documentar importancia y necesidad de la planificación de dichos proyectos en estas comunidades.

El capítulo II presenta la fase de Servicio Técnico Profesional, en la que se desarrolla la planificación completa del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Sanyuyo, Jalapa, el cual consta de estudios preliminares, diseño del sistema, atendiendo a las normas establecidas por el INFOM, el presupuesto, cronograma de inversión y ejecución, planos, detalles del proyecto y especificaciones técnicas, de operación así como mantenimiento.

El capítulo III presenta la fase de Servicio Técnico Profesional, en la que se desarrolla la planificación completa de la implementación de la red de distribución de agua potable, consta de estudios preliminares, diseño del sistema atendiendo a las normas establecidas por el INFOM-UNEPAR, el presupuesto, cronograma de inversión y ejecución, planos y detalles del proyecto y especificaciones técnicas, de operación y mantenimiento.

Por último, se presentan las conclusiones, recomendaciones y los anexos, que contienen el diseño hidráulico y los planos de los proyectos.

OBJETIVOS

General

Hacer una evaluación diagnóstica de las necesidades de estas comunidades del municipio de Jalapa, departamento de Jalapa para la elección de proyectos que tendrán mayor impacto en el mejoramiento de la calidad de vida de estas comunidades.

Específicos:

1. Dar a la Municipalidad de Jalapa una alternativa de inversión bien fundamentada en la que se podrán observar los beneficios a corto y mediano plazo traducidos como un avance en el tema de salud pública.
2. Apoyar a la Municipalidad de Jalapa con el diseño y planificación del diseño del drenaje sanitario de la aldea Sanyuyo del municipio de Jalapa.
3. Apoyar a la Municipalidad de Jalapa con el diseño y planificación del diseño de la red de distribución de agua potable de la aldea El Duraznal del municipio de Jalapa.

INTRODUCCIÓN

Las aldeas Sanyuyo y El Duraznal son unas de las tantas comunidades en vías de desarrollo, debido a que los poblados carecen total o parcial de infraestructura y de servicios básicos, independientemente de las causas que la originan, la realidad latente es que estas comunidades no han podido mejorar sus condiciones de vida.

Es por esta razón que el presente trabajo de graduación está orientado a plantear soluciones factibles a problemas de servicios básicos e infraestructura de las aldeas Sanyuyo y El Duraznal: el diseño de alcantarillado sanitario para la aldea Sanyuyo y el diseño de la red de distribución de agua potable para la aldea El Duraznal, proyectos que son de vital importancia para estas comunidades.

Teniendo presente que para el sistema de alcantarillado sanitario es necesario proponer un tratamiento para las aguas residuales, de manera que no afecte al ambiente y la salud pública; para luego desfogar el afluente directamente a un cuerpo receptor.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

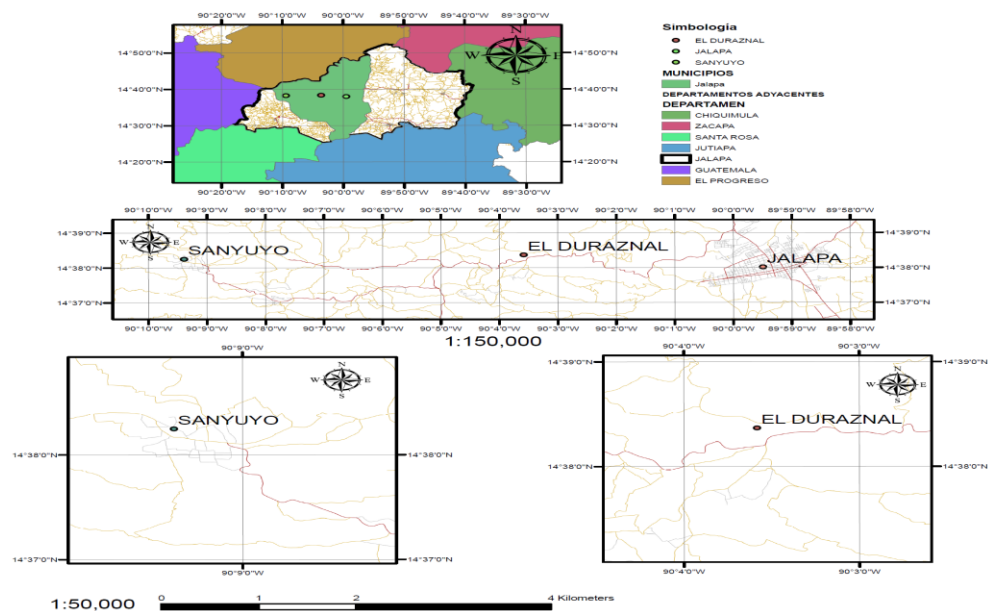
1.1. Monografía de la aldea Sanyuyo y de la aldea El Duraznal

A continuación se detalla la ubicación y localización exacta de la aldea Sanyuyo y El Duraznal, con sus colindancias en los cuatro puntos cardinales.

1.1.1. Ubicación y localización

En la figura 1 se encuentra la ubicación y localización de la aldea Sanyuyo y de la aldea El Duraznal.

Figura 1. Mapa de la aldea Sanyuyo y de la aldea El Duraznal



Fuente: Municipalidad de Sanyuyo.

1.1.2. Límites y colindancias

La aldea Sanyuyo limita al norte con el caserío La Laguna, al sur con el caserío San Francisco Poza Verde y El Roblar, al este con los caseríos Volcán Sanyuyo y Volcán La Paz y al oeste con el caserío El Jute.

La aldea El Duraznal limita al norte con el caserío Patagalana, al sur con el La Fuente de la Montana y Pino Gordo, al este con los caseríos El Divisadero y El Suquinay y al oeste con el caserío Sashico.

1.1.3. Extensión

La aldea Sanyuyo tiene una extensión territorial de aproximadamente 30 kilómetros cuadrados.

La aldea El Duraznal tiene una extensión territorial de aproximadamente 22 kilómetros cuadrados.

1.1.4. Clima

- Temperatura Media (oC): 14,98
- Humedad Rel. (%): 0,31
- Punto de Rocío (oC): -14,54
- Radiación Global (W/m²): 0
- Evaporación Anual (mm): 0
- Lluvia (mm): 0
- Batería (V): 12,93

1.1.5. Población e idioma

La aldea Sanyuyo en general, tiene una población actualmente de 3 064 habitantes, cuya principal actividad económica es los trabajos agrícolas y el comercio. El idioma hablado es el español.

La aldea El Duraznal en general, tiene una población actualmente de 1 081 habitantes cuya principal actividad económica es los trabajos agrícolas y el comercio. El idioma hablado es el español.

1.1.6. Suelo y topografía

Los suelos del departamento de Jalapa han sido divididos en 23 unidades que consisten en 22 series de suelos y una clase de terreno misceláneo, clasificadas en tres grupos amplios: I. Suelos sobre materiales volcánicos. II. Suelos sobre materiales sedimentarios o metamórficos y III. Clases misceláneas de terreno.

- Suelos sobre materiales volcánicos
 - Suelos profundos sobre materiales de color claro, a gran altitud:
 - Camancha
 - Suelos profundos sobre materiales de color claro, a mediana altitud:
 - Altombrán
 - Alzatate
 - Mataquescuintla
 - Suelos poco profundos sobre materiales de color claro:
 - Ayarza
 - Fraijanes
 - Jalapa

- Pinula
 - Zacapa
- Suelos sobre materiales mixtos o de color oscuro en relieve escarpado:
 - Jilotepeque
 - Mongoy
 - Suchitan
- Suelos sobre materiales mixtos o de color oscuro en relieve suavemente inclinado:
 - Culma
- Suelos mal drenados:
 - Ansay
 - Chicaj
 - Chixocol
 - Mita
- Suelos sobre materiales sedimentarios o metamórficos:
 - Suelos profundos:
 - Marajuma
 - Suelos poco profundos sobre serpentina:
 - Sholonima
 - Suelos poco profundos sobre rocas sedimenarias:
 - Sansare
 - Sunbinal
 - Talquesal
- Clases misceláneas de terreno
 - Suelos de los valles no diferenciados:
 - Lagos

1.1.7. Vías de acceso

Sanyuyo cuenta con dos vías principales de acceso de las cuales una se encuentra totalmente asfaltada hasta el centro de la comunidad y la otra vía se encuentra asfaltado en su mayoría. Posee otra ruta de acceso por la comunidad de La Lagunilla, Palo Verde que es de terracería.

El Duraznal cuenta con una vía asfaltada hasta la comunidad y varios accesos por caminos rurales que la comunican con las comunidades vecinas de El Divisadero, Sashico y El Suquinay.

1.1.8. Servicios públicos

Actualmente Sanyuyo cuenta con algunos de los servicios básicos como lo son el agua potable, vías de comunicaciones asfaltadas y rurales, energía eléctrica, poseen un pequeño hospital y centro de salud pero carece de un sistema de evacuación de aguas servidas que cada vez es más necesario por el tamaño de la aldea y que cada vez se está haciendo un mayor consumo de agua potable para servicios sanitarios de las viviendas.

Actualmente El Duraznal cuenta los servicios básicos de agua potable aunque en muy mal estado y obsoleto debido a que la red de distribución está hecha de poliducto de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ", vías de comunicaciones asfaltadas y rurales, energía eléctrica y un centro de salud.

1.1.9. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos y de infraestructura del lugar

Por medio del consejo comunitario de desarrollo (COCODE) los pobladores pueden plantear sus necesidades siendo las más importantes las descritas a continuación:

Tabla I. Necesidades de los pobladores

No.	Ubicación	Tipo de necesidad	Clasificación
1	Aldea Sanyuyo	Alcantarillado sanitario	Salud
2	Aldea Sanyuyo	Construcción campo de fútbol	Recreación
3	Aldea Sanyuyo	Mejoramiento de vivienda	Vivienda
4	Aldea Sanyuyo	Edificación escolar de dos niveles	Educación
5	Aldea Sanyuyo	Cancha polideportiva	Recreación

No.	Ubicación	Tipo de necesidad	Clasificación
1	El Duraznal	Distribución de agua potable	Salud
2	El Duraznal	Mejoramiento de caminos	Comunicación
3	El Duraznal	Mejoramiento de vivienda	Vivienda
4	El Duraznal	Ampliación de centro de salud	Salud
5	El Duraznal	Ampliación de escuela	Educación

Fuente: elaboración propia.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANYUYO, JALAPA

2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño y planificación del alcantarillado sanitario de la aldea Sanyuyo, del municipio de Jalapa, departamento de Jalapa. Para la realización se realizó en primer lugar varias visitas de campo y posteriormente un levantamiento topográfico, en lo que se refiere a altimetría y planimetría. La suma de todos los tramos hacen un total de 4 713 metros de longitud, en los que se diseñaron 81 pozos de visita, que se construirán según especificaciones del INFOM (Instituto de Fomento Municipal), con alturas mínimas, diámetros, cotas invert, entre otros. La tubería a utilizar será de PVC. Las pendientes en la tubería están en función de la pendiente del terreno, siempre y cuando ésta no provoque que la velocidad y el caudal dentro de la alcantarilla estén fuera de los límites permitidos.

2.1.1. Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico de la aldea Sanyuyo, departamento de Jalapa, se realizó la altimetría, así como la planimetría, las cuales se describen a continuación.

2.1.1.1. Altimetría

Para la altimetría de este proyecto se utilizó el método de nivelación compuesta, partiendo de un banco de marca sobre el eje de las calles.

- Para la nivelación se utilizó el siguiente equipo:
 - Un nivel de precisión marca Sokia C-40
 - Un estadal
 - Una cinta métrica de 100 metros
 - Estacas

2.1.1.2. Planimetría

El método que se utilizó para la planimetría fue el de conservación de azimut con vuelta de campana.

Se utilizó el siguiente equipo:

- Un teodolito electrónico marca Sokia DT-6
- Un estadal
- Una cinta métrica de 100 metros
- Una plomada
- Pintura
- Estacas
- Una brújula

2.2. Diseño del sistema

A continuación se realiza la descripción del diseño de sistema a utilizar.

2.2.1. Descripción del sistema a utilizar

El sistema de topografía a usar es considerado tipo A, ya que será ejecutado a través de un teodolito para la planimetría y un nivel para la altimetría.

2.2.2. Período de diseño

El período de diseño adoptado para todos los componentes del sistema de este proyecto es de 29 años, se consideró 1 año adicional de gestión para obtener el financiamiento y para la construcción del mismo, por lo que el período de diseño es de 30 años.

2.2.3. Población de diseño

Para calcular la población futura o la cantidad de habitantes que utilizarán el servicio al final del período de diseño, se aplicó el método de incremento geométrico, por ser el método que más se adapta al crecimiento real de la población en el medio. Para el cálculo de la población futura se tomó la tasa de crecimiento del 2,87 % del INE, tomando en consideración que la aldea cuenta con suficiente área para expandirse.

2.2.4. Método geométrico de población

$$Pf = Po(1+r)^n$$

Donde:

Pf = población futura para determinado período de diseño.

Po = población del último censo o actual (3 064 habitantes).

R = tasa de crecimiento poblacional (r = 2,87 %)

n = período de diseño ($n = 30$ años)

$$P_f = P_o \times (1 + r)^n = 3\,064(1 + 0,0287)^{30} = 7\,161 \text{ habitantes}$$

2.3. Integración de caudales

Para la integración de caudales se utilizará el factor de retorno, caudal domiciliar, de infiltración, caudal por conexiones ilícitas, entre otros.

2.3.1. Factor de retorno

El factor de retorno es el porcentaje de agua que después de ser utilizada, vuelve al drenaje. El valor puede oscilar entre 0,70 a 0,90. La decisión de tomar cualquiera de estos valores influirá mucho en los costos que el proyecto va a representar. Un valor mayor de este factor, dará como resultado, caudales grandes, diámetros de tuberías grandes, lo que implicaría altos costos, por el contrario, un valor pequeño de este factor, dará caudales pequeños y por consiguiente, diámetros de tuberías pequeños y se reducirían los costos. Por carecer de datos estadísticos de se tomará un valor promedio del factor de 0,80.

2.3.2. Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que se evacua hacia el alcantarillado luego de ser utilizada en las viviendas. Este desecho doméstico está relacionado íntimamente con la dotación y el suministro de agua potable. Con base en la encuesta de consumo realizada se estimó que en promedio se consumen 150 lt/hab/día; que también debe ser afectada por el factor de retorno al calcularla.

$$Q_{dom} = (Dot \times \text{núm. Hab} \times FR) / 86,400 = (150 \times 3\,064 \times 0,80) / 86\,400 = 4,26 \text{ lt/s}$$

Donde:

Dot = dotación (lt/hab/día).

Núm.Hab = número de habitantes futuros o población futura.

Qdom = caudal domiciliar (lt/s).

FR = factor de retorno.

2.3.3. Caudal de infiltración

Es considerado como la cantidad de agua que se infiltra o penetra a través de las paredes de la tubería, depende de: la permeabilidad del suelo, longitud de la tubería y de la profundidad a la que se coloca. Como depende de muchos factores externos, se calcula en función de la longitud de la tubería y del tiempo, generalmente se expresa en litros por kilómetro por día, su valor puede variar entre 12 000 y 18 000 Lt/km/día. Para este caso, no existe caudal de infiltración por utilizar tubería de PVC.

2.3.4. Caudal por conexiones ilícitas

Corresponde básicamente a la incorporación de las aguas pluviales (de los techos y patios) a la red sanitaria; se deben evaluar los caudales y adicionarlos al caudal de diseño. Para su estimación se recomienda calcularlo como un porcentaje del total de las conexiones domiciliarias y que puede variar entre 0,5 a 2,5 % INFOM recomienda 10 % del caudal doméstico.

$Q = 10 \% \text{ (caudal domiciliar)}$

$Q_{ci} = Q_{dom} \times 0,10$

$Q_{ci} = 4,26 \text{ lt/s} \times 0,10 = 0,426 \text{ lt/s}$

2.3.5. Caudal de diseño

Es el caudal para el cual se diseña un tramo del sistema de alcantarillado o drenaje, cumpliendo con los requerimientos de velocidad y tirante hidráulico.

$$Q_{dis} = N_{ova} \cdot F_{QM} \cdot F_H$$

Donde:

F_{QM} = factor de caudal medio

F_H = el factor de flujo instantáneo o factor de Harmon

2.3.6. Factor de Harmon

El factor de flujo instantáneo o factor de Harmon, es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un tramo determinado. Este factor actúa principalmente en las horas pico, es decir, en las horas en que más se utiliza el sistema de drenaje. Se debe calcular para cada tramo de la red. Su fórmula es:

$$F_H = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

P = (población futura)/1 000

$$F_H = \frac{18 + \sqrt{8.81}}{4 + \sqrt{8.81}} = 3.00$$

2.4. Selección del tipo de tubería

La tubería a utilizar será de PVC. Las pendientes en la tubería están en función de la pendiente del terreno, siempre y cuando no provoque que la velocidad y el caudal dentro de la alcantarilla estén fuera de los límites permitidos.

2.4.1. Diseño de secciones y pendientes

En el diseño de alcantarillados es uno de los elementos que hay que calcular, para lo cual se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Según las Normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal, se debe utilizar para sistemas de drenaje sanitario un diámetro mínimo de 8" cuando se utilice tubería de concreto y de 6" cuando se utilice tubería de PVC, para las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo con tubería de concreto es de 6" y de 4" para PVC.

2.4.2. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, diámetro y el tipo de tubería a utilizar (T.C. o PVC). La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas de v/V , en donde v es la velocidad real del flujo y V es la velocidad a sección llena; la Norma ASTM 3034 recomienda que la velocidad del flujo en líneas de alcantarillados no sea menor de 0,40 m/s para proporcionar una acción de auto limpieza, es decir, capacidad de arrastre de partículas; y la máxima recomendable es de 5,00 m/s.

Para velocidades mayores se deben tomar en cuenta ciertas consideraciones especiales para la disipación de energía, evitando la erosión de los pozos de visita o de cualquier estructura de concreto, estos parámetros son válidos sólo cuando se opte por utilizar tubería de PVC.

2.4.3. Diámetro de tubería

En el diseño de alcantarillados es uno de los elementos que hay que calcular, para lo cual se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Según las Normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal, se deben utilizar para sistemas de drenaje sanitario un diámetro mínimo de 8" cuando se utilice tubería de concreto y de 6" cuando se utilice tubería de PVC, para las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo con tubería de concreto es de 6" y de 4" para PVC.

2.4.4. Cotas invert

Se denomina cota invert, a la distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería, debe verificarse que la cota invert sea al menos igual a la que asegure el recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Para calcularlas, se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre pozos, deben seguirse las siguientes reglas para el cálculo de las cotas invert:

- La cota invert de salida de un pozo se coloca tres centímetros debajo de la cota invert de la tubería que entra al pozo.
- Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo es menor que el diámetro de la tubería que sale, la cota invert de salida estará al menos a

una altura igual a la diferencia de los diámetros, más baja que la cota invert de entrada.

2.4.5. Profundidad de la tubería

La profundidad de la parte superior de la tubería, con respecto al nivel de la superficie, es normalmente de 1,20 m.

2.4.6. Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un sistema de alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza.

2.4.7. Conexiones domiciliarias

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a un colector principal.

2.4.8. Propuesta de tratamiento

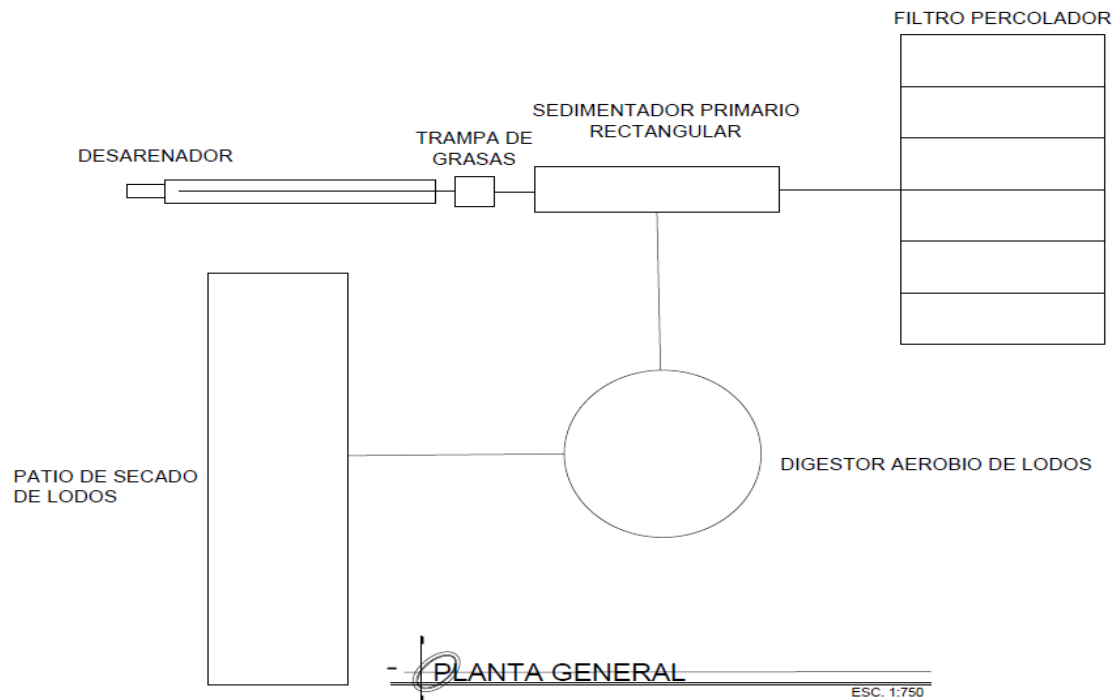
Se propone una planta de tratamiento compuesta por un pretratamiento que incluye un canal de entrada y *bypass*, rejillas, un desarenador, un medidor de caudal Parshall, una trampa de grasas, un tratamiento primario que consta de un sedimentador primario rectangular, un tratamiento secundario con un filtro percolador y tratamiento para lodos que contiene un digestor de lodos y un patio de secado. Las etapas del sistema fueron seleccionadas desde el punto de vista operativo, ya que tienen menor complejidad mecánica en cada una de sus unidades, lo que facilita la integración del personal que operará la planta, asimismo, que estos generen menores inconvenientes a todo nivel social,

económico y ambiental, pero conservando el cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 236-2006 y de esa manera mitigar la problemática que ha ido en aumento.

2.5. Diseño de la planta de tratamiento

En la figura 1 se observan los detalles de un desarenador que servirá para el proyecto de la aldea Sanyuyo.

Figura 2. **Detalles de un desarenador**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Tabla II. Dimensiones de equipos

Dimensiones desarenador										
Velocidad de sedimentación							9,66 cm/s			
Sección de control rectangular							1,23 m – 123 cm			
Velocidad sección de control							2,79 m/s			
Ancho de la sección de control							0,056 m – 5,6 cm			
Ancho para caudal medio							0,696 m – 69,64 cm			
Altura para caudal medio							1,074 m – 107 cm			
Profundidad de la sección parabólica del desarenador										
Anchura							0,484 m – 48 cm			
Ancho para caudal mínimo							0,44 m – 44 cm			
Altura para caudal mínimo							0,67 m – 67 cm			
Profundidad de la sección parabólica del desarenador										
Anchura							1,30 m -130 cm			
Velocidad de las partículas							1,1 m/min			
Tiempo de paso							49 segundos			
Longitud desarenador							19 m			
Dimensiones del medidor de caudal tipo Parshall										
W	A	B	C	D	R	F	G	K	N	
5"-152.5	192	194	183	230	92	61	92	8	23	

Dimensiones trampa de grasas										
Área superficial							13,7 m2			
Carga hidráulica							4 l/s*m2			
Tiempo de retención							5 minutos			
Dimensión superficial							b 2,75 m			
							h 4.95 m			
Volumen acumulado							16,44 m2			
Fondo trampa de grasa							0.80 m			

Dimensiones sedimentador primario rectangular										
Caudal de diseño							2 922,41 m3 /día			
Área superficial							73,06 m2			
Ancho							4,27 m			
Largo							17,08 m			
Profundidad							4 m			

Continuación de la tabla II.

Volumen del tanque	272 m ³
Nueva carga superficial	42,9 m ³ /m ² día
Tiempo de retención	2,23 horas
Velocidad de arrastre	0,070 m/s
Velocidad de arrastre vs velocidad horizontal	0,0021 m/s
Remoción DBO	35,62 %
Remoción de SST	62,57 %

Dimensiones filtro percolador	
Caudal de diseño	2,807714x106 gal/día
Eficiencia	53 %
DBO después del filtro	100 m/l
Volumen del filtro	43,04x103p 3
Ancho	46,76 pie – 14,25 m
Largo	93,48 pie – 28,5 m
Carga orgánica volumétrica	4,15 lb.DBO/m ³ día
Profundidad	3 m
Dimensiones digestor de lodo	
Volumen	987,44 m ³
Volumen del fango (2,23 horas)	1,199 m ³
Volumen fango (24 horas)	12,9 m ³
Volumen por periodo de retención	541,8 m ³
Diámetro del tanque	7,58 m
Pendiente del fondo	1m vertical; 4m horizontal

Patio de secado de lodos	
Población de diseño (30 años)	25,077 habitantes
Área	1 003,08 m ²
Carga de sólidos	7,56 Kg de SS/día
Masa de sólidos	2 457 Kg de SS/día
Volumen de lodos digeridos	23,62 l/día
Volumen de lodos a extraer	0,992 m ³
Ancho	10 m
Largo	40 m

Fuente: elaboración propia.

2.6. Especificaciones técnicas

A continuación se describen las especificaciones técnicas que se utilizarán para la elaboración de los proyectos.

2.6.1. Construcción de bodega de materiales

Se construirá de lámina de zinc, parales de madera de un área de 10mx6mx2m, con el objetivo de almacenar la tubería de PVC y los demás materiales a utilizar.

2.6.2. Corte del material

La excavación de la zanja deberá realizarse de tal forma que la tubería pueda instalarse cómodamente; esta deberá cumplir con la pendiente que marca la planificación, el constructor deberá correr niveles, los cuales le indicarán la cota Invert del terreno. El material cortado se trasladará a una orilla de la zanja tratando de dejar un espacio para uso peatonal o vehicular si el espacio lo permitiera. La distancia de corte se deberá hacer de pozo a pozo de visita cumpliendo con las alturas marcadas en planificación.

2.6.3. Encamado

La zanja debe tener un encamado uniforme que soportará la tubería de PVC, libre de piedras de gran tamaño. Para el encamado puede utilizarse piedra quebrada, balasto fino o material del sitio. Esta capa debe tener un espesor de 10 a 15 cm.

2.6.4. Relleno a los lados del tubo

Debe utilizarse piedra quebrada, balasto fino o material del sitio bien compactado, dependiendo de las condiciones del sitio, este relleno debe cubrir 15 cm. sobre la corona del tubo (parte superior).

2.6.5. Relleno final

El relleno finar deberá hacerse con material del sitio dejando la rasante al nivel original, tomando en cuenta que el tráfico en este sector es liviano, deberá compactarse en lugares donde la pendiente sea muy pronunciada.

2.6.6. Tubería de PVC

La tubería a utilizar será de material PVC Norma 3034 la cual debe cumplir con características herméticas, resistente a sustancias químicas y resistencia a la abrasión. Esta no deberá estar dañada para evitar fugas que contaminen los mantos acuíferos, no deberán contener restos de raíces en el interior.

2.6.7. Instalación de tubería de PVC

Luego de tener el encamado en perfectas condiciones se procederá a colocar la tubería a un extremo de la zanja, para luego bajarla al fondo de la zanja donde se encuentra el encamado, se bajará con lazos de manila con la ayuda de 4 personas, las cuales agarrarán la manila de 4 extremos. Por el sistema de la tubería de junta rápida sólo es necesario colocar el empaque en un extremo, ya que en el otro cuenta con campana; la unión entre tubos se hará presionando el extremo del tubo que tiene campana en el tubo que tiene

empaque hasta 20 cm de traslape. La tubería se instalará en tramos delimitados por pozo de visita, esta deberá quedar perfectamente unida sin fisuras o fugas.

2.6.8. Pozos de visita

Los pozos de visita se construirán con el propósito de verificar el funcionamiento del sistema a distancias no mayores de 100 m. o en cambios bruscos de dirección de la tubería, se utiliza para darle mantenimiento al sistema fungiendo como cajas de registro. Se construirán de la siguiente manera:

2.6.8.1. El piso

Este será de 1,20m. x 1,20 m. de concreto armado con refuerzo de varilla núm. 3 a cada 10 cm. En ambos lados, su espesor será de 15 cm. Se utilizará una proporción de material de 3 partes de arena de río lavada por 1 parte de cemento y 2 partes de pedrín triturado de 1/2".

2.6.8.2. Levantado

Este se hará de ladrillo tayuyo unido con mezcla de cemento y arena (3 partes de arena de río lavada por 1 parte de cemento). Su forma será de un cono truncado con diámetro de base de 1,20 m, diámetro superior de 0,84 m. altura variable. Los ladrillos deberán colocarse de forma perpendicular al cono dando su forma truncada colocando un eje central con las medidas de la base y la altura, éste eje se construirá de varilla núm. 2. Al terminar el levantado se dejarán 20 cm. De diferencia entre la rasante y el levantado; esta diferencia será la altura del brocal que soportará la tapadera de concreto armado; en la parte interna del pozo se colocarán escalones contruidos con varilla núm. 4.

2.6.8.3. Tapadera de concreto armado

Esta se construirá de concreto armado, con una mezcla de tres partes de arena por 2 de piedrín y una parte de cemento. EL BROCAL medirá 1,10 m de diámetro por 20 cm. de alto y 12 cm. de espesor, en el espesor llevará un batiente de 2"x2" en todo el perímetro que soportará la tapadera. La tapadera se construirá de concreto armado con la mezcla mencionada anteriormente y refuerzo de varilla núm. 2 a cada 10 cm. En ambos sentidos esta medirá 45 cm. de diámetro y tendrá un gancho al centro que será para levantarla.

2.6.8.4. Impermeabilización interna

La parte interna del pozo se impermeabilizará con repello, el cual se hará con una parte de cemento por cuatro de arena de río cernida, luego una mezcla de una parte de cemento gris por dos partes de arena de río cernida, su forma será alisada.

2.6.8.5. Escalones de acero

Estos se construirán con el propósito de acceder al pozo cómodamente evitar accidentes, se han de varilla corrugada núm. 6 pintada con pintura anticorrosiva de color rojo, medirán 30 cm. de ancho por 34 cm. de largo. Se empotrarán al muro de ladrillo conforme se levante el pozo, deberán tener 30 cm. introducidos en el muro para soportar cargas máximas de 200 lbs.

2.7. Planos constructivos

Los planos que servirán para los proyectos descritos anteriormente se colocarán en los apéndices.

2.8. Presupuesto

En la tabla III se describe el presupuesto del sistema de drenaje sanitario para la aldea Sanyuyo, Jalapa, Jalapa.

Tabla III. Presupuesto

SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE ALDEA SANYUYO, JALAPA, JALAPA				
INTEGRACIÓN DE COSTOS GENERALES				
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Rótulo de identificación	unidad	1	Q2 650,73	Q2 650,73
Replanteo topográfico	global	1	Q17 062,56	Q17 062,56
Trazo y estaqueado	global	1	Q14 475,79	Q14 475,79
Tubería PVC para drenaje de 6"	ML	3 643	Q114,60	Q417 487,80
Tubería PVC para drenaje de 8"	ML	320	Q390,54	Q124 972,80
Pozos de visita	Unidad	89	Q5 532,09	Q492 356,01
Conexiones domiciliarias	unidad	243	Q2 263,69	Q550 076,67
Desarenador	unidad	1	Q70 227,00	Q70 227,00
Trampa de grasa	Unidad	1	Q18 808,88	Q18 808,88
Sedimentador primario	Unidad	1	Q190 41,50	Q190 741,50
Filtro percolador	unidad	1	Q667 899,01	Q667 899,01
Digestor aerobio de lodos	unidad	1	Q311,141.25	Q311,141.25
Patio de secado de lodos	unidad	1	Q706,158.00	Q706,158.00
COSTO TOTAL				Q3 584 058,00

Fuente: elaboración propia.

2.9. Cronograma de ejecución

En la tabla IV se presenta el cronograma de ejecución del proyecto de sistema de drenaje sanitario de aldea Sanyuyo, Jalapa, Jalapa.

Tabla IV. Cronograma de ejecución

SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE ALDEA SANYUYO, JALAPA, JALAPA																
REGLON	U. MEDIDA	CANTIDAD	MES 1	MES2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6								
Rotulo de identificación	unidad	1														
Replanteo topográfico	global	1														
Trazo y estaqueado	global	1														
Tubería PVC para drenaje de 6"	ML	3 643														
Tubería PVC para drenaje de 8"	ML	320														
Pozos de visita	Unidad	89														
Desarenador	unidad	1														
Trampa de grasa	Unidad	1														
Sedimentador primario	Unidad	1														
Filtro percolador	unidad	1														
Digestor aerobio de lodos	unidad	1														
Patio de secado de lodos	unidad	1														
conexiones domiciliarias	unidad	243														

Fuente: elaboración propia.

2.10. Evaluación de impacto ambiental

Para la evaluación de impacto ambiental se utilizó el formato del Ministerio de ambiente y recursos naturales MARN DGGA-GA-R-001 para la evaluación ambiental inicial, donde se estableció todas las fuentes de impacto, así como sus correspondientes medidas de control o mitigación.

2.11. Evaluación socioeconómica

Se realiza para conocer la rentabilidad del proyecto o en el caso de la mayoría de proyectos que desarrollan las municipalidades se enfocan en la cantidad de beneficiarios a atender; para esto se asume que el proyecto será financiado y la inversión no será recuperada. A continuación se presentan algunos métodos a utilizar:

2.11.1. Valor presente neto

Consiste en trasladar todos los movimientos monetarios de un proyecto a través del tiempo a valores actuales, para determinar la rentabilidad al término del período de funcionamiento; la tasa de interés, se asume del 12 %, dado que el proyecto no es de carácter lucrativo, sino de carácter social, la tasa debe ser la mínima utilizada en el mercado. El valor presente neto viene dado por la diferencia entre la suma de ingresos o beneficios y la sumatoria de los egresos o costos. El resultado posible es un valor presente neto mayor que cero o menor que cero, lo cual representa la recuperación de la inversión y rentabilidad y la no recuperación y una menor utilidad, respectivamente.

En la tabla V se presenta el resumen de ingresos y egresos:

Tabla V. **Costos generales del sistema de alcantarillado sanitario**

Egresos (VPC)		
Costo inicial		Q3 584 058,00
Costo de operación y mantenimiento		
Ingresos (VPB)		
Costo conexión	243 viv. * Q2 263,69	Q550 076,67
	interés	12 %
	n	30 años

Fuente: elaboración propia.

La fórmula general es:

$$VPN = VPB - VPC$$

$$VPB = 550\,076,67 + 0 * \left[\frac{(1 + 0,12)^{30} - 1}{0,12 * (1 + 0,12)^{30}} \right] = Q\ 550\ 076,67$$

$$VPC = Q3,584058,00 + 0 * \left[\frac{(1 + 0,12)^{30} - 1}{0,12 * (1 + 0,12)^{30}} \right] = Q3\ 584\ 058,00$$

Sustituyendo,

$$VPN = Q550\ 076,67 - Q3\ 584\ 058,00 = - Q3\ 033\ 981,33$$

Como se puede observar, el valor presente neto de este proyecto es negativo, lo cual indica que no produce ninguna utilidad; solamente cumple su objetivo de carácter social, beneficiando a los habitantes de la aldea.

2.11.2. Tasa interna de retorno

Este indicador es utilizado para evaluar el rendimiento de una determinada inversión; en nuestro proyecto, por ser de carácter social, no se obtendrá una tasa interna de retorno atractiva, por lo que el análisis socioeconómico que se efectuará es el de obtener el costo/beneficio del proyecto, el cual se realiza a nivel municipal de la siguiente manera:

Costo = Q3 584 058,00

Beneficio = núm. de habitantes beneficiados (futuro)

$$\text{Costo/Beneficio} = \frac{Q3,584,058.00}{3,099 \text{ hab}} = Q1,156.52 * \text{hab}$$

El resultado muestra que el proyecto puede ser considerado favorable para la municipalidad, así como, para cualquiera de las instituciones que realizan obras para el beneficio social.

3. DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL DURAZNAL, JALAPA

3.1. Aforo de las fuentes

Se realizó el aforo de las fuentes utilizando el método volumétrico, para determinar el caudal que producen. Obteniendo como resultado un caudal de 9,45 lts/seg., en época de estiaje.

3.2. Análisis de la calidad del agua

El agua a suministrar debe ser sanitariamente segura, es decir, apta para consumo humano; esto se garantiza cumpliendo los límites sobre calidad establecidos por la Norma COGUANOR NGO 29001. Para conocer las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua de las fuentes, las muestras deben de ser analizados en laboratorios calificados, como el laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El análisis realizado por el laboratorio dió como conclusión que el agua si es potable, pero en prevención de cualquier contaminación se le aplicará un tratamiento de desinfección por cloración.

3.3. Análisis fisicoquímico sanitario

Con este se determinan las características del agua que puedan ser percibidas por los sentidos, causando aceptación o rechazo de parte del

consumidor, así para determinar las cantidades de minerales y materia orgánica existentes en el agua, que afecten su calidad.

3.4. Análisis bacteriológico

Este análisis determina la presencia de bacterias en el agua para el consumo humano, el agua debe de permanecer libre de gérmenes patógenos de origen entérico y parasitario. Regularmente el indicador que determina el nivel de contaminación es la presencia del grupo coliforme.

3.5. Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico de la aldea El Duraznal, departamento de Jalapa, se realizó la altimetría, así como la planimetría, las cuales se describen a continuación.

3.5.1. Planimetría

El método que se utilizó para la planimetría fue el de conservación de azimut con vuelta de campana.

Se utilizó el siguiente equipo:

- Un teodolito electrónico marca Sokia DT-6
- Un estadal
- Una cinta métrica de 100 metros
- Una plomada
- Pintura
- Estacas

- Una brújula

3.5.2. Altimetría

Para la altimetría de este proyecto se utilizó el método de nivelación compuesta, partiendo de un banco de marca sobre el eje de las calles.

Para la nivelación se utilizó el siguiente equipo:

- Un nivel de precisión marca Sokia C-40
- Un estadal
- Una cinta métrica de 100 metros
- Estacas

3.6. Criterios de diseño

Para los criterios de diseño del proyecto se realizó una descripción del periodo de diseño, tasa de crecimiento poblacional, estimación de la población de diseño, entre otros.

3.6.1. Período de diseño

Este es el tiempo durante el cual el sistema permitirá un servicio satisfactorio a la población; en el presente estudio se contemplaron 20 años.

3.6.2. Tasa de crecimiento poblacional

Es la estimación calculada por el INE entre los últimos dos censos de población, para determinar el crecimiento porcentual anual de una población, en este estudio se utilizó una tasa de 2 631 %.

3.6.3. Estimación de la población de diseño

Aunque existen varios métodos para obtener una proyección del crecimiento poblacional, se recomienda utilizar el método geométrico, por considerarse el más aproximado.

3.6.3.1. Según el modelo geométrico

$$P_F = P_O * (1 + r)^n$$

Donde:

PF = población futura o población de diseño

PO = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional

n = período de diseño

Sustituyendo valores:

P_O = 1 128 habitantes (de censo realizado conjuntamente con estudio topográfico)

n = 20 años

r = 2 631 % determinada por el método geométrico, con base en el censo del INE 2002.

$$P_F = 1128 * (1 + 0,02631)^{20} = 1896 \text{ habitantes}$$

3.7. Dotación

Se define como la cantidad de agua que se le proporciona a cada habitante de una población en un día; se expresa en litros por habitante por día.

Esta se establece en función de tres aspectos importantes, como lo son sus costumbres y el clima que afecta la zona; la disponibilidad del caudal de la fuente y la capacidad económica de la comunidad para costear el mantenimiento y operación del sistema.

Se utilizarán los criterios fijados por las Normas del INFOM, los cuales presentan los valores para área urbana, de 100 a 250 lts/hab/día; área rural, de 60 a 120 lts/hab/día; para el presente diseño se establece una dotación de 100 lts/hab/día, por ser área rural y clima frío.

3.7.1. Determinación de caudales

Para la determinación de caudales se realizó la descripción del caudal medio diario, caudal horario máximo, caudal de vivienda, entre otros.

3.7.2. Caudal medio diario

Se define como la cantidad de agua que consume una población en un día. Este caudal se puede obtener del promedio de consumos diarios durante un año, pero cuando no se cuenta con registros se puede calcular en función a la población futura y a la dotación, como se muestra a continuación:

$$QMD = \frac{Dot * P_f}{86400} = \frac{100 \text{ lts/hab/día} * 1128 \text{ hab}}{86400 \text{ seg/día}} = 1,98 \text{ lts/seg}$$

3.7.3. Caudal horario máximo

Este caudal se utilizará para diseñar la red de distribución y se define como el máximo consumo de agua que se da en una hora del día en un período de un año. Para fines de diseño este caudal se obtiene multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máximo (Fhm) que está en función del tamaño de la población, teniendo que para poblaciones menores de 1 000 habitantes se utiliza un factor de 2,5 y para mayores de 1 000 se usará 2 (INFOM-UNEPAR).

El caudal horario máximo será:

$$Q_{HM} = Q_{MD} * F_{HM} = 1,98 \text{ lts / seg} * 2 = 3,96 \text{ lts / seg}$$

3.7.4. Caudal de vivienda

Es el caudal que se asignará a cada una de las viviendas. Se calcula a través de:

$$Q_v = \frac{Q_{HM}}{\#Viviendas} = \frac{3,96 \text{ lts / seg}}{184} = 0,02 \text{ lts / seg}$$

3.7.5. Caudal instantáneo

Es el caudal obtenido con base en la probabilidad de que todas las viviendas de un ramal hagan uso simultáneamente del sistema. Se determina según la siguiente ecuación:

$$Q_i = k\sqrt{n-1} = 0,15\sqrt{184-1} = 2,03 \text{ lts / seg}$$

Donde:

$k = 0,15$, para conexiones prediales

n = número de viviendas

3.8. Parámetros de diseño

El proyecto se diseñará según la guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal INFOM y las normas de diseño para acueductos rurales de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales UNEPAR.

3.8.1. Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento tiene como fin principal cubrir las variaciones horarias de consumo, almacenando agua durante las horas de bajo consumo y proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día; además, proporcionan agua durante algunas horas en caso de una emergencia, como una rotura o suspensión del flujo del agua en la línea de conducción.

La capacidad de los tanques se calcula de acuerdo a la demanda real de las comunidades; ante la falta de cualquier información, se suele calcular la capacidad del tanque como un porcentaje del consumo medio diario, adoptando criterios de la UNEPAR, establecemos que, en un sistema por gravedad, el volumen deberá ser del 25 % al 45 % del caudal medio diario, esto en función del clima y en ambos se debe de considerar un porcentaje por eventualidades.

Para este proyecto se diseñó un tanque de almacenamiento, enterrado, con muros perimetrales e intermedio por gravedad, de concreto ciclópeo y losa de concreto reforzado, el diseño se detalla a continuación.

Cálculo del volumen:

$$\text{Vol} = \frac{\% \times Q_{md} \times 86\,400}{1\,000} = \frac{0,25\% \times 21946 \text{ lts / seg} \times 86\,400 \text{ seg}}{1\,000 \text{ lts}} = 47,40 \text{ mts}^3$$

Por lo que se aproximara a 50 mts³

El tanque estará formado de dos particiones iguales, de dimensiones 5 mts de largo, 5 mts de ancho y 2,00 mts de profundidad, con el cual se tendrá un volumen total de 50,00 mts³.

3.9. Red de distribución

La red de distribución es el sistema de tuberías unidas entre sí, que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento hasta el consumidor; la función principal es brindar un servicio continuo, en cantidad suficiente y de calidad aceptable. Para el diseño de la red es necesario considerar los siguientes criterios:

- Se debe de garantizar el buen funcionamiento del acueducto, por lo tanto se diseñará con el caudal de hora máxima (QHM).
- Se utilizarán redes abiertas, dado que las viviendas se encuentran dispersas.
- El diámetro mínimo a utilizar será de 19 mm. (3/4").

La presión deberá mantenerse en el rango de 10 a 40 m.c.a.; aunque en algunos casos se puede permitir una mínima de 6 m.c.a., debido a que la topografía es irregular.

Las velocidades en la red, se mantendrán en un máximo de 3 mts/seg y 0,5 mts/seg como mínimo.

Se utilizarán accesorios y obras de arte para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

3.10. Obras hidráulicas

Para las obras hidráulicas se realizará una descripción de las cajas de válvulas, cajas de válvulas de cheque, pozos de visita, entre otros.

3.10.1. Cajas de válvulas

Las cajas de válvulas se utilizarán para proteger las válvulas de compuerta, de limpieza y de globo; las cuales se encuentran en la red de distribución y a lo largo de la línea de conducción. Serán de mampostería de piedra y estarán enterradas y protegidas por tapaderas de concreto reforzado.

3.10.2. Cajas de válvulas de cheque

Las válvulas de cheque se contemplan para aislar 1/3 de tubería de la línea de conducción, y así reducir de una manera eficiente el golpe de Ariete, cuando la bomba se apague. Serán construidas con mampostería de piedra y estarán enterradas y protegidas por tapaderas de concreto reforzado.

3.10.3. Pozos de visita

Se colocarán para la protección y acceso a las válvulas de compuerta instaladas a la salida del tanque de almacenamiento. Tendrán una profundidad de 3,20 metros a partir del nivel del terreno y estarán conformados por paredes de ladrillos de punta rústicos, alisados con mezcla cemento-cal-arena de río, base de arena y tapaderas circulares de concreto reforzado.

3.10.4. Pasos de zanjón

Se utilizan para salvar una depresión en el terreno, cuando las secciones son menores de cinco metros. La ubicación se muestra en los planos de planta perfil.

3.10.5. Cajas rompepresión

Se entiende por caja rompepresión a las estructuras destinadas para controlar la presión interna de la tubería, rompiendo o aliviando la presión en la línea de distribución; evitando así la falla de tubería y accesorios, cuando la presión estática de diseño iguala o supera la presión de trabajo máxima de los mismos.

La caja disipa la presión en el instante que el agua tiene contacto con la atmósfera y disminuye súbitamente su velocidad, al tener un cambio drástico de sección hidráulica.

Las cajas rompepresión se construirán según el plano constructivo, y salvo estipulación u órdenes en contrario, serán de mampostería de piedra de manera

que el 67 % será piedra bola y el 33 % mortero proporción 1:2, cemento, arena de río.

Además tendrá un recubrimiento mínimo de 1,5 cms y un alisado interno, proporción 1:1, para impermeabilizar. Estarán protegidas por tapaderas de concreto reforzado. Los detalles se muestran en el plano de planta perfil.

3.11. Sistema de desinfección

Para este proyecto se utilizará un alimentador automático de tricloro instalado en serie con la tubería de conducción

Las tabletas de tricloro son pastillas de 200 gramos, con una solución de cloro al 90 % y 10 % de estabilizador. La velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gramos en 24 horas. Para determinar la cantidad de tabletas al mes para clorar el caudal de bombeo se hace mediante la siguiente expresión:

$$G = \frac{m * a * d}{\%CL}$$

Donde:

G = gramos de tricloro
m = miligramos por litro deseados
a = litros de agua a tratarse por día
d = número de días
%Cl = concentración de cloro

La cantidad de gramos de tricloro oscila entre 0,07 % y 0,15 %, éste depende del caudal a tratar, para este proyecto (4,39 lts/seg = 379 296 lts/día) se utilizará un valor del 0,1 %, por lo que se tiene:

$$G = \frac{0,001 * 379.296 * 30}{0,9} = 12\ 643,2\text{ gr}$$

El cálculo muestra que se deben de utilizar, mensualmente, 64 tabletas; estas deberán de ser colocadas en el alimentador, en forma gradual.

3.12. Especificaciones técnicas

Todas las especificaciones generales que se deben de utilizar, se colocaron en cada uno de los planos constructivos, así mismo se presenta una recapitulación:

3.12.1. Limpia y desmonte

El trabajo de limpia y desmonte, consistirá en efectuar las siguientes operaciones: cortar, desenraizar, quemar y retirar de los sitios de construcción, los árboles, arbustos, hierbas o cualquier vegetación comprendida dentro del derecho de vía, las áreas de construcción.

Todo el material vegetal proveniente del desmonte será colocado fuera de las zonas destinadas a la construcción dentro del derecho de vía y el material no aprovechable será removido de la zona.

3.12.2. Localización y replanteo

Se refiere a la localización planimétrica y altimétrica, con sus respectivas referencias y bancos de marca topográficos, de toda la zona que será intervenida con el proyecto y comprende actividades tales como:

Ubicación inicial y referenciación, en planta y perfil, de los inmuebles, calzadas y andenes.

Ubicación y referenciación, en planta y perfil, de las redes de agua potable.

Ubicación inicial, identificación y referenciación, en planta y perfil de cajas rompepresión y de cajas de válvulas.

3.12.3. Excavación de zanjas

Se entenderá por excavación de zanjas la que se realice según el proyecto y la cual alojara la tubería de los ramales de agua potable, tanto en conducción como en distribución.

El fondo de la excavación será afinado minuciosamente a fin de que la tubería que posteriormente se instale en la misma quede a la profundidad señalada y con la pendiente requerida.

La profundidad de las excavaciones, que formarán las zanjas, variarán en función del diámetro de la tubería y del tránsito del lugar, siendo estas:

- Tramos de tránsito pesado 1,20 m.

- Tramos de tránsito liviano 0,80 m.
- Donde no exista posibilidad de tránsito 0,60 m.

El ancho de las zanjas serán de 0,60 mts. como mínimo.

3.12.4. Rellenos

Los rellenos se realizarán con los materiales provenientes de las excavaciones que hayan sido adecuadamente preservados.

Los materiales para rellenos, deberán estar libres de basuras, materia orgánica, raíces, escorias, terrones y piedras de diámetro mayor a 0,10 mts.

El relleno de tuberías en la zanja, se deberá realizar de forma simultánea a cada lado de éstas, sin golpearlas y de forma manual y muy controlada durante los primeros 0,30 m. por encima de la corona de la tubería. Por encima de este nivel y hasta enrasar con la subrasante, la compactación también se hará por capas de máximo 0.15 m. de espesor suelto.

3.12.5. Instalación de tubería de PVC

Se cortará la tubería utilizando guías y luego se quitará la rebaba del corte y se limpiará el tubo de viruta tanto internamente como externamente. El tubo debe de penetrar en el accesorio o campana de otro tubo sin forzarlo por lo menos un tercio de la longitud de la copla, si no es posible debe afilarse o lijarse la punta del tubo.

Se aplicará el cemento solvente que debe estar completamente fluido; antes de aplicarse el cemento solvente se debe quitar toda clase de suciedad

que se encuentra en la parte que se va a aplicar, tanto en el exterior del tubo como en la superficie interior del accesorio, por medio de un trapo seco.

El cemento debe ser aplicado en una capa delgada y uniforme; puede usarse cepillo o brocha. Se deberá hacerlo rápidamente ya que el cemento seca en dos minutos aproximadamente.

Para el ensamble se deberá hacer una rotación de $\frac{1}{4}$ de vuelta, presionando el tubo cuando la superficie esté húmeda, debiéndose dejar fija la unión por lo menos 30 minutos.

3.12.6. Instalación de válvulas

Antes de su instalación las piezas especiales deberán ser limpiadas de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquiera otro material que se encuentre en su interior o en las juntas.

Durante la instalación de válvulas o piezas dotadas de bridas, se comprobará que el empaque de plomo o neopreno o de hule que obrará como sello en las uniones de las bridas, sea del diámetro adecuado a las bridas, sin que sobresalga invadiendo el espacio del diámetro interior de las piezas.

3.12.7. Materiales

Los materiales serán almacenados en una forma que garantice la preservación de calidad y se colocarán de manera que permitan una fácil inspección.

3.12.8. Tubería

Todas las tuberías se suministrarán de acuerdo a las dimensiones fijadas en el proyecto y deberán satisfacer las especificaciones correspondientes.

Para la línea de conducción deberán utilizarse 159,00 metros de tubería HG peso estándar, inmediatos a la bomba y 1 794.00 metros lineales de tubería tipo PVC, diámetro de 3" y clase 250 psi; Las tuberías de tipo PVC estarán regidas por Normas ASTM D 22-41.

En distribución, se instalará tubería tipo PVC, de clase 160 y 250 psi, diámetros según se indique en planos constructivos.

El solvente será el recomendado por el fabricante de la tubería.

3.12.9. Cajas de válvulas

Las cajas de operación de válvulas se construirán según el plano constructivo, y salvo estipulación u órdenes en contrario, serán de mampostería de piedra de manera que el 67 % será piedra bola y el 33 % mortero proporción 1:2 (cemento, arena de río).

Las tapaderas de las cajas de válvulas serán construidas de concreto reforzado, siguiendo los lineamientos señalados por los planos del proyecto.

3.13. Fabricación y colocación de concreto

La construcción de estructuras con concreto, deberá hacerse de acuerdo con las líneas, elevaciones y dimensiones que señale el proyecto. El concreto empleado en la construcción, en general, deberá tener una resistencia a la

compresión por lo menos igual al valor indicado para cada una de las partes de la obra, conforme a los planos y estipulaciones del proyecto.

La arena que se emplee para la fabricación de mortero y concreto, deberá consistir en fragmentos de roca duros de un diámetro no mayor de 5 milímetros, densos y durables y libres de cantidades objetables de polvo, tierra, partículas de tamaño mayor, pizarras, álcalis, materia orgánica, tierra vegetal, mica y otras sustancias perjudiciales y deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- Las partículas no deberán tener formas alargadas sino aproximadamente esféricas o cúbicas.
- El contenido de partículas suaves, talpetates, pizarras, etc. sumado con el contenido de arcillas y limo no deberá exceder del 6 % en peso.
- Cuando la arena se obtenga de bancos naturales de este material, se procurará que su granulometría esté comprendida entre los límites máximos y mínimos, especificación ASTM E.11.3a.

El agregado grueso que se utilice para la fabricación de concreto, consistirá en fragmentos de roca duros, de un diámetro de $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ ", densos y durables, libres de cantidades objetables de polvo, tierra, otras sustancias perjudiciales y deberá satisfacer los siguientes requisitos:

- Las partículas no deberán tener, formas alargadas, sino aproximadamente esféricas o cúbicas.
- La densidad absoluta no deberá ser menor de 2,40 kg/mts³.

- No deberá contener materia orgánica, sales o cualquier otra sustancia extraña en proporción perjudicial para el concreto.

El concreto que se haya endurecido al grado de no poder colocarse, será desechado. El concreto se vaciará siempre en su posición final y no se dejará escurrir, permitiendo o causando segregación.

En la fundición de los tanques y losas, no se permitirá la separación excesiva del agregado grueso a causa de dejarlo caer desde gran altura o muy desviado de la vertical o porque choque contra las formaleas o contra las varillas de refuerzo; donde tal separación pudiera ocurrir se colocarán canaletas y deflectores adecuados para confinar y controlar la caída del concreto en formaleas se colocará en capas continuas aproximadamente horizontales cuyo espesor generalmente no excederá de 0,50 metros.

Todo el concreto será curado con agua. Las superficies superiores de muros serán humedecidas tan pronto como el concreto se haya endurecido.

Las superficies moldeadas se mantendrán húmedas antes de remover las formas y durante la remoción.

En el proyecto se utilizará un concreto de resistencia mínima de 3 000 psi en proporción 1:2:3 (cemento, arena y pedrín $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ ", según se indique).

3.14. Encofrados y formaleas

Se entenderá por formaleas para concreto, las que se empleen para confinarlo y amoldarlo a las líneas requeridas o para evitar la contaminación del concreto por material que se derrumbe o se deslice de las superficies adyacentes de la excavación.

Las formaletas deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado del concreto, estar sujetas rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

Las formaletas deberán tener un traslape no menor de 2,5 centímetros con el concreto endurecido previamente colocado y se sujetarán ajustadamente contra él de manera que al hacerse el siguiente colado las formaletas no se abran y no se permitan desalojamientos de las superficies del concreto o pérdida de lechada en juntas.

El acabado de superficie de concreto debe hacerse por obreros expertos. Antes de la aceptación final del trabajo, se deberá limpiar todas las superficies descubiertas, de todas las incrustaciones y manchas desagradables.

3.15. Acero de refuerzo

Todo el acero a utilizar será grado 40 (2 810 kg/cm²) o mayor. De ninguna manera se utilizara acero de menor grado estructural.

En lo que se refiere a la instalación, espaciamiento y fijación del acero de refuerzo se deberá tener en cuenta lo siguiente:

Todos los refuerzos deberán ser instalados y fijados con los espaciamientos y recubrimientos definidos en los diseños y planos.

El amarre y fijación del refuerzo se podrá realizar con alambre dúctil negro.

Una vez terminada la instalación y fijación del refuerzo, se realizará su limpieza con cepillos de acero, para eliminar residuos de polvo, barro, aceite, óxido u otros elementos que afecten la adherencia con el concreto.

3.16. Anclajes de tubería

Los anclajes de la tubería de conducción serán de mampostería de piedra, reforzada con hierro no. 3, de la siguiente manera:

33 % de mortero (de proporción 1:2)
67 % de piedra bola

Los anclajes estarán colocados cada 6,00 metros, a 0,50 metros de las uniones, en la línea de conducción.

3.17 Pozos de visita

Las tapaderas de los pozos de visita tendrán un desnivel necesario para drenar el agua de lluvia y deberán ser identificados en bajo relieve, como se indique en los planos.

El mortero a utilizar en el levantado del ladrillo de los pozos de visita, será de sabieta de cemento y arena de río con proporción 1:3.

El interior de los pozos se alisará con sabieta (cemento y arena de río 1:3) hasta la altura de 0,30 cm. sobre la cota de corona de la tubería de entrada.)

3.18. Planos constructivos

Los planos de construcción se adjuntarán en la sección de apéndices.

3.19. Presupuesto

Tabla VI. **Red de distribución de agua potable aldea El Duraznal, Jalapa, Jalapa**

RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA EL DURAZNAL, JALAPA, JALAPA				
INTEGRACIÓN DE COSTOS GENERALES				
REGLON	U. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Rotulo de identificación	unidad	1	Q2 650,73	Q2 650,73
Replanteo topográfico	global	1	Q16 894,71	Q16 894,71
Trazo y estaqueado	global	1	Q14 475,79	Q14 475,79
Tubería de 2 1/2" 160 psi	ML	148	Q150,03	Q22 204,44
Tubería de 2" 160 psi	ML	174	Q115,20	Q20 044,80
Tubería de 1 1/2" 160 psi	ML	450	Q71,77	Q32 296,50
Tubería de 1 1/4" 160 psi	ML	846	Q60,99	Q51 597,54
Tubería de 1" 250 psi	ML	678	Q55,88	Q37 886,64
Tubería de 1" 160psi	ML	1236	Q41,23	Q50 960,28
Tubería de 3/4" 160 psi	ML	888	Q24,24	Q21 525,12
Tubería de 1/2" 315 psi	ML	738	Q38,41	Q28 346,58
conexiones domiciliarias	unidad	184	Q639,03	Q117 581,52
Tanque de almacenamiento y distribución de 50m3	unidad	1	Q182 347,21	Q182 347,21
Cajas rompedresión	unidad	4	Q10 044,35	Q40 177,40
Cajas de válvulas	unidad	5	Q6 827,22	Q34 136,10
Clorificador	unidad	1	Q16 874,64	Q16 874,64
COSTO TOTAL				Q690 000,00

Fuente: elaboración propia.

3.20. Cronograma de ejecución

En la figura VII se describen las actividades que se realizar en la red de distribución de agua potable, aldea El Duraznal, Jalapa, Jalapa.

Tabla VII. **Cronograma de ejecución red de distribución de agua potable aldea El Duraznal, Jalapa, Jalapa**

RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE ALDEA EL DURAZNAL, JALAPA, JALAPA																			
REGLON	U. MEDID A	CANTIDA D	MES 1	MES2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6											
Rotulo de identificación	unidad	1	■																
Replanteo Topográfico	global	1	■	■															
Trazo y estaqueado	global	1		■	■														
Tubería de 2 1/2" 160 psi	ML	148		■	■	■													
Tubería de 2" 160 psi	ML	174			■	■	■												
Tubería del 1/ 2" 160 psi	ML	450			■	■	■	■											
Tubería del 1/ 4" 160 psi	ML	846				■	■	■	■										
Tubería del" 250 psi	ML	678					■	■	■	■									
Tubería del" 160psi	ML	1236						■	■	■	■								
Tubería de 3/4" 160 psi	ML	888							■	■	■	■							
Tubería del1/2" 315 psi	ML	738								■	■	■	■						
conexiones domiciliars	unidad	184																	
Tanque de almacenamiento y distribución de 50m3	unidad	1																	
Cajas rompe presión	unidad	4				■	■	■	■										
Cajas de válvulas	unidad	5				■	■	■	■	■									
Clorificador	unidad	1																	

Fuente: elaboración propia.

3.21. Programa de operación y mantenimiento

Esta parte del proyecto tiene especial aplicación en la comunidad donde se construirá un sistema de abastecimiento de agua o acueducto. La mayoría

de los proyectos de agua duran poco tiempo por descuidos en la operación y mantenimiento del sistema, pero también se debe al desconocimiento por parte del comité de agua o poco apoyo de la población beneficiada, ya que no cuentan con un financiamiento para la sostenibilidad del mismo.

Lo que se pretende con este módulo es proporcionar a los miembros del comité de agua los conocimientos básicos para que dentro de la misma comunidad exista la capacidad para un mantenimiento adecuado al proyecto de agua, y que éste tenga la vida útil para lo cual fue diseñado.

Así también es importante que las personas que integran la comunidad tengan la capacidad, y estén conscientes de que es importante para una adecuada operación del sistema de agua, el mantenimiento, tanto preventivo como correctivo de los diferentes componentes del sistema de la comunidad.

El objetivo del programa es proporcionar los conocimientos básicos para la operación y mantenimiento de un sistema de agua para lograr la prolongación de la vida útil de los proyectos. Ver tabla VIII.

Tabla VIII. **Programa de operación y mantenimiento del sistema de distribución de agua potable**

Programa de operación y mantenimiento del sistema de distribución de agua potable				
Frecuencia	Operación	Mantenimiento	Ejecutor	Actividad
Sistema de desinfección				
Cada 3 días		x	Encargado	Revisar la existencia de cloro para su respectiva operación
Diario	x		Encargado	Revisar válvulas e instalación del hipoclorador para detectar posibles fugas

Continuación a la tabla VIII.

Quincenal	x		Encargado	Verificar el dosificador para determinar si está la dosificación establecida
Tanque de almacenamiento				
Trimestral		x	Cuadrilla(5 personas)	Limpieza y chapeo del área de influencia
Semestral		x	Cuadrilla(5 personas)	Lavado del tanque para eliminar suciedad y sedimentos
Mensual		x	Cuadrilla(5 personas)	Revisión de válvulas para determinar su estado y detectar posibles fugas
Eventual	x		Cuadrilla(5 personas)	Opera válvulas de entrada y salida por lavado de tanques, reparaciones y otros.
Semestral		x	Cuadrilla(5 personas)	Revisar las estructuras de los tanques y cajas para detectar posibles daños
Semestral	x		Auxiliar técnico	Toma de muestra para análisis de la calidad del agua
Mensual		x	Cuadrilla(5 personas)	Revisión de caja y válvulas para determinar fugas
Red de distribución				
Quincenal	x		Cuadrilla(5 personas)	Reconocimiento de calles para determinar posibles fugas en las tuberías
Mensual	x		Auxiliar técnico	Toma de muestras de agua en puntos más lejanos de la red para determinar el cloro residual
Mensual	x		Lector	Lectura de medidores y detección de conexiones ilícitas
Mensual	x	x	Lector	Reportar medidores en mal estado y hacer reparaciones

Fuente: elaboración propia.

3.22. Propuesta de tarifa

Sin imponer a los beneficiarios la amortización de estos fondos. Por lo cual, se considera en la estructura de la tarifa, que solo los costos de administración, operación y mantenimiento son los que se deben considerar para permitir la sostenibilidad del proyecto.

En la tabla IX se presenta la estructura que se utilizó para el cálculo de la tarifa:

Tabla IX. **Cálculo de tarifa**

Insumos	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
Hipoclorito de calcio 200 gr	2.5	cubeta 5kg	Q250,00	Q625,00
Imprevistos	1	Global	Q700,00	Q700,00
Utilices y enseres	1	Global	Q200,00	Q200,00
Análisis	1	Global	Q300,00	Q300,00
Total:				Q1 825,00

Fuente: elaboración propia.

$Q1\ 825,00 / 184 \text{ viviendas} = Q9,92$ por lo que se propone una tarifa mensual de: Q10,00 por vivienda.

3.22.1. Evaluación de impacto ambiental

Para la evaluación de impacto ambiental se utilizó el formato del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN DGGA-GA-R-001 para la evaluación ambiental inicial, donde se estableció todas las fuentes de impacto así como sus correspondientes medidas de control o mitigación.

3.22.2. Evaluación socioeconómica

- Valor presente neto
- Tasa interna de retorno

Se realiza para conocer la rentabilidad del proyecto o en el caso de la mayoría de proyectos que desarrollan las municipalidades se enfocan en la cantidad de beneficiarios a atender; para esto se asume que el proyecto será financiado y la inversión no será recuperada. A continuación se presentan algunos métodos a utilizar:

3.22.2.1. Valor presente neto

Consiste en trasladar todos los movimientos monetarios de un proyecto a través del tiempo, a valores actuales, para determinar la rentabilidad al término del período de funcionamiento; la tasa de interés, se asume del 12 %, dado que el proyecto no es de carácter lucrativo, sino de carácter social, la tasa debe ser la mínima utilizada en el mercado. El valor presente neto viene dado por la diferencia entre la suma de ingresos o beneficios y la sumatoria de los egresos o costos. El resultado posible es un valor presente neto mayor que cero o menor que cero, lo cual representa la recuperación de la inversión y rentabilidad y la no recuperación y una menor utilidad, respectivamente.

En la tabla X se presenta el resumen de ingresos y egresos:

Tabla X. **Costos generales del sistema de alcantarillado sanitario**

Egresos (VPC)		
Costo inicial		Q690 000,00
Costo de operación y mantenimiento	Q1 825,00* 12 meses	Q 21 900,00
Ingresos (VPB)		
Costo conexión	184 viv. * Q150,00	Q 27 600,00
Tarifa	184 viv. * Q 10,00 * 12 meses	Q 22 080,00
	interés	12 %
	n	20 años

Fuente: elaboración propia.

La fórmula general es:

$$VPN = VPB - VPC$$

$$VPC = 690,000.00 + 21,900.00 * \left[\frac{(1 + 0,12)^{20} - 1}{0,12 * (1 + 0,12)^{20}} \right] = Q.853, 580.82$$

$$VPB = 27,600.00 + 22,080.00 * \left[\frac{(1 + 0,12)^{20} - 1}{0,12 * (1 + 0,12)^{20}} \right] = Q.192,525.32$$

Sustituyendo,

$$VPN = Q192 525,32 - 853 580,82 = -Q661 055,50$$

Como se puede observar, el valor presente neto de este proyecto es negativo, lo cual indica que no produce ninguna utilidad; solamente cumple su objetivo de carácter social, beneficiando a los habitantes de la aldea.

3.22.2.2. Tasa interna de retorno

Este indicador es utilizado para evaluar el rendimiento de una determinada inversión; en nuestro proyecto, por ser de carácter social, no se obtendrá una tasa interna de retorno atractiva, por lo que el análisis socioeconómico que se efectuará es el de obtener el costo/beneficio del proyecto, el cual se realiza a nivel municipal de la siguiente manera:

Costo = inversión inicial – VPN (sin costo inicial)

Costo = Q.853 580,82– Q.192 525,32

Costo = Q661 055,50

Beneficio = No. De habitantes beneficiadas (futuro)

$$\text{Costo/Beneficio} = \frac{Q661,055.50}{1,896 \text{ hab}} = Q348,66 * \text{hab}$$

El resultado muestra que el proyecto puede ser considerado favorable para la municipalidad, así como, para cualquiera de las instituciones que realizan obras para el beneficio social.

CONCLUSIONES

1. Se identificó con éxito la necesidad prioritaria de las aldeas Sanyuyo y el Duraznal.
2. Con el diseño del sistema de drenaje sanitario en la aldea Sanyuyo, se eliminarán focos de contaminación, malos olores y enfermedades gastrointestinales, causados por las aguas negras que corren a flor de tierra. La inversión asciende a Q3 584 058,00 y la cantidad de habitantes futuros a beneficiar es de 3,099 habitantes; el análisis por medio de la relación Costo/Beneficio, nos muestra un resultado favorable de Q 1 156,52 / habitante.
3. Con el diseño del sistema de la red distribución de agua potable para la aldea El Duraznal se mejorará el servicio de abastecimiento del vital líquido a la aldea impactando significativamente en la salud de la población. La inversión asciende a Q.690 000,00 y la cantidad de habitantes futuros a beneficiar es de 1 896 habitantes; el análisis por medio de la relación Costo/Beneficio, nos muestra un resultado favorable de 348,66 /habitante.
4. La municipalidad de Jalapa ya cuenta con dos estudios bien fundamentados social, técnica, ambiental y económica para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las aldeas Sanyuyo y El Duraznal.

RECOMENDACIONES

1. A la Municipalidad de Jalapa, durante la ejecución de los proyectos, tanto el de abastecimiento de agua potable como el drenaje sanitario, deberá contar con la supervisión técnica de un profesional de ingeniería civil, para que no sufran modificaciones y se cumpla con las especificaciones establecidas en planos.
2. Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de las válvulas del proyecto de abastecimiento de agua potable, así mismo vigilar que el agua reciba la cantidad de cloro necesario y realizar pruebas bacteriológicas rutinarias para su calidad.
3. Dar el mantenimiento necesario a los drenajes para no tener problemas por taponamientos, además se debe instruir a los usuarios acerca de lo que se debe o no se debe introducir dentro de ellos.
4. Tomar en cuenta que los presupuestos de ambos proyectos fueron elaborados durante el primer semestre del 2019, por lo tanto, antes de adjudicar algún proyecto se deben de revisar; ya que los precios de materiales de construcción y mano de obra podrían haber variado.

BIBLIOGRAFÍA

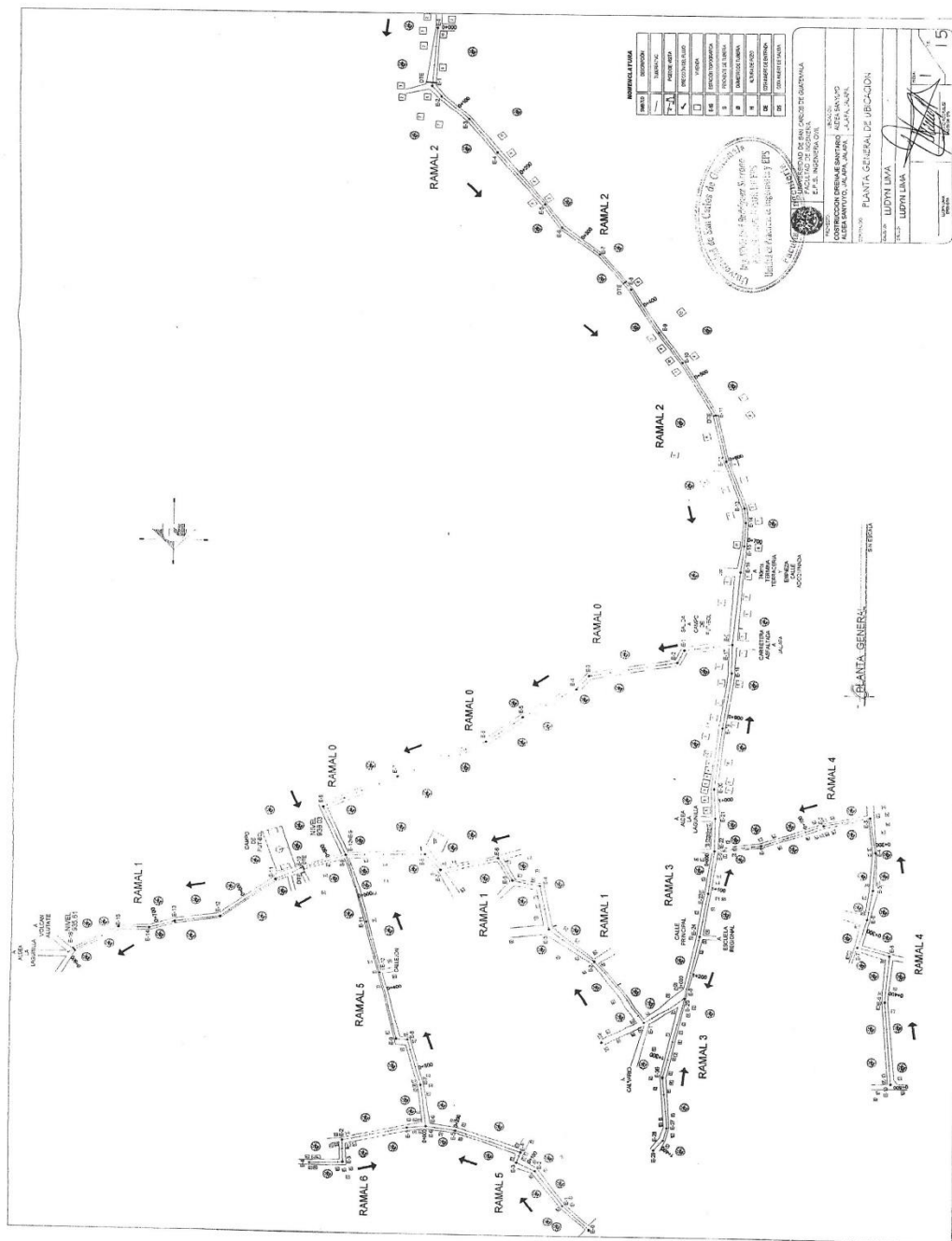
1. CABRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria II*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 1989. 250 p.
2. Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR. *Normas para exámenes bacteriológico y físico-químico sanitario, Norma COGUANOR 29001*. Guatemala. 1985. 15 p
3. Instituto de Fomento Municipal (INFOM), Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR). *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales*. Guatemala, 1997. 50 p.
4. Instituto de Fomento Municipal (INFOM). *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala, 2001. 50 p.
5. LEÓN MEDRANO, David Israel. *Planificación y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Yichwitz Chonó, San Pedro Soloma, Huehuetenango*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2000. 150 p.
6. SIMMONS, Charles. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*. Guatemala, 1959. Instituto Agropecuaria Nacional. 405 p.

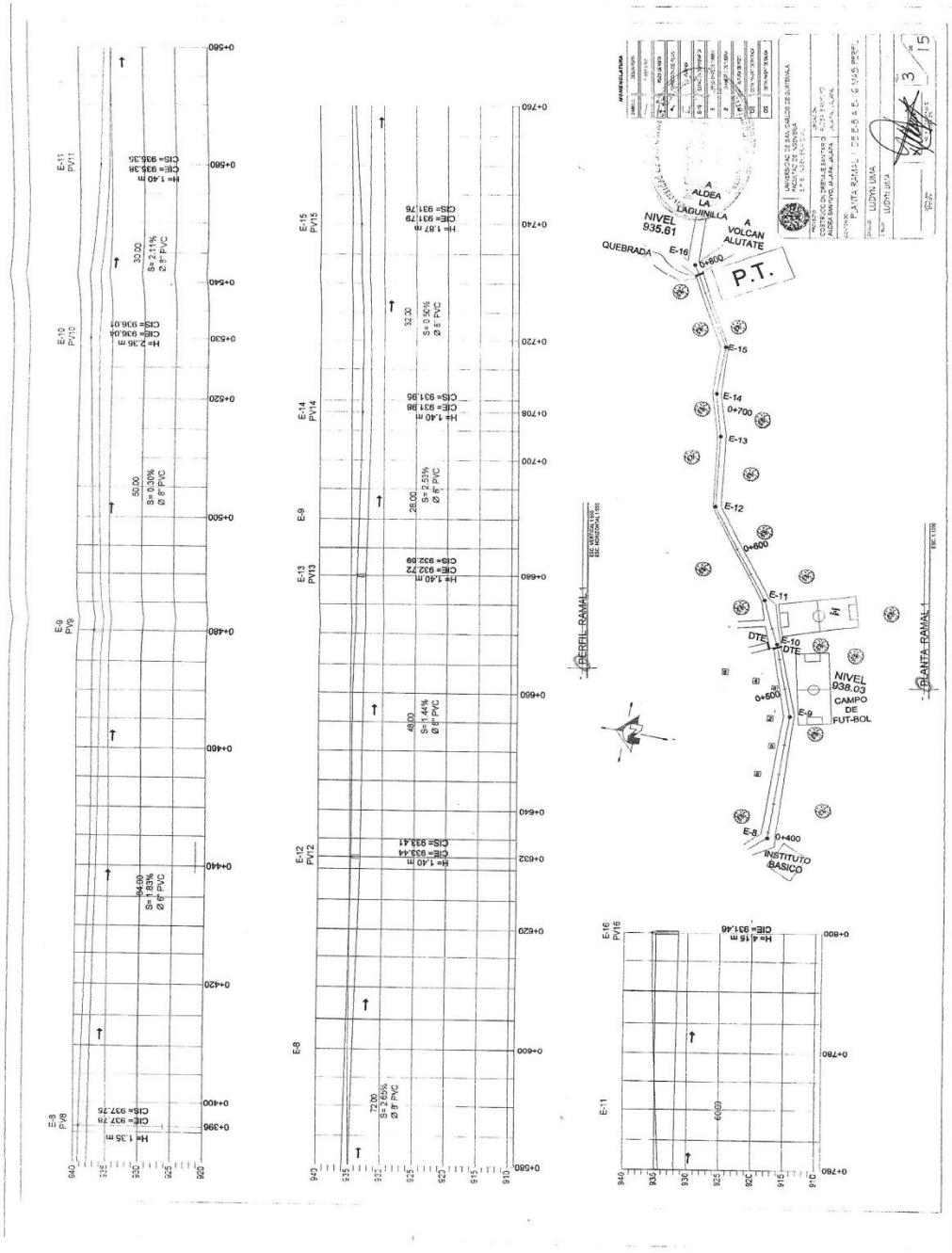
APÉNDICES

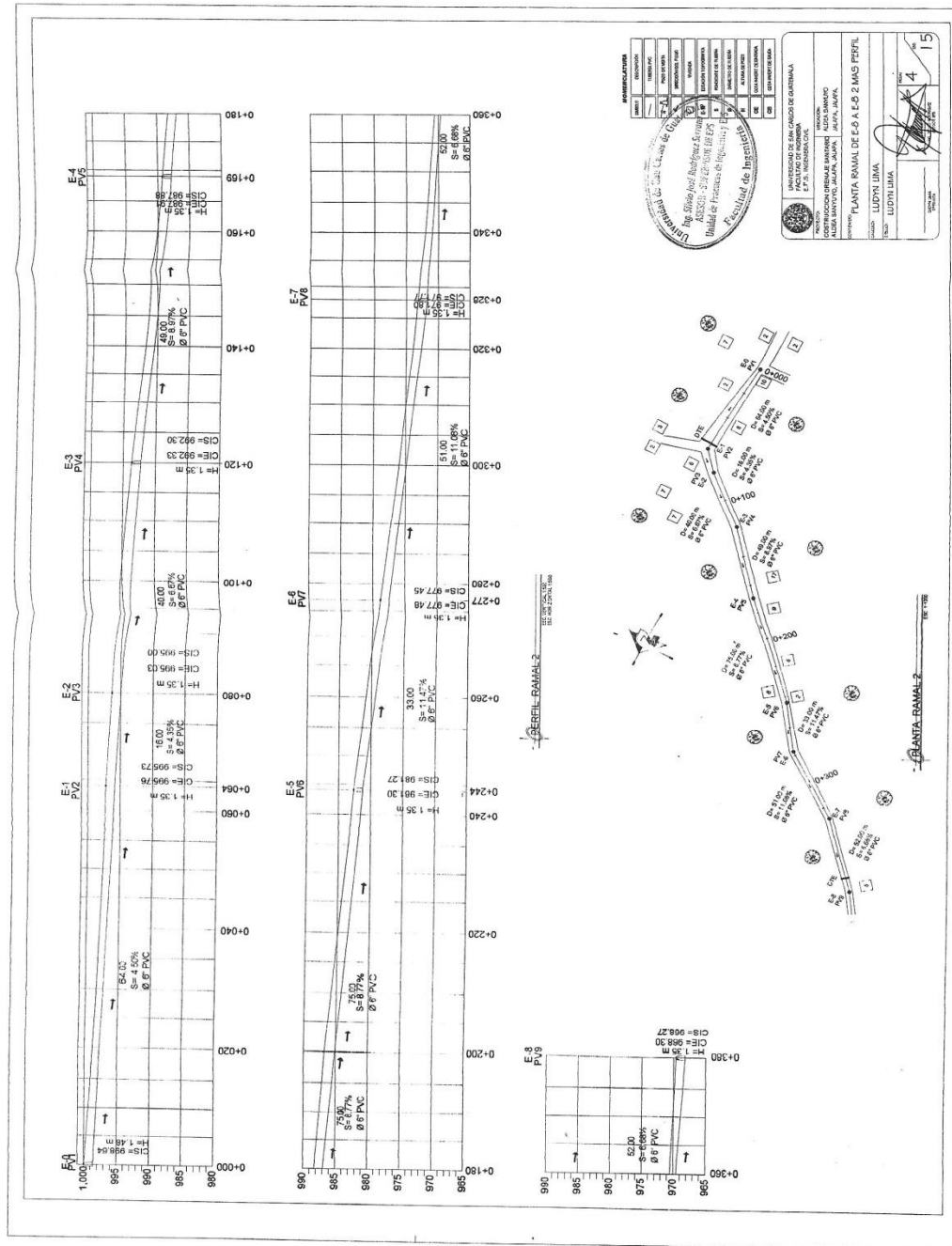
Apéndice 1. Drenaje sanitario de la aldea Sanyuyo Japala, Japala

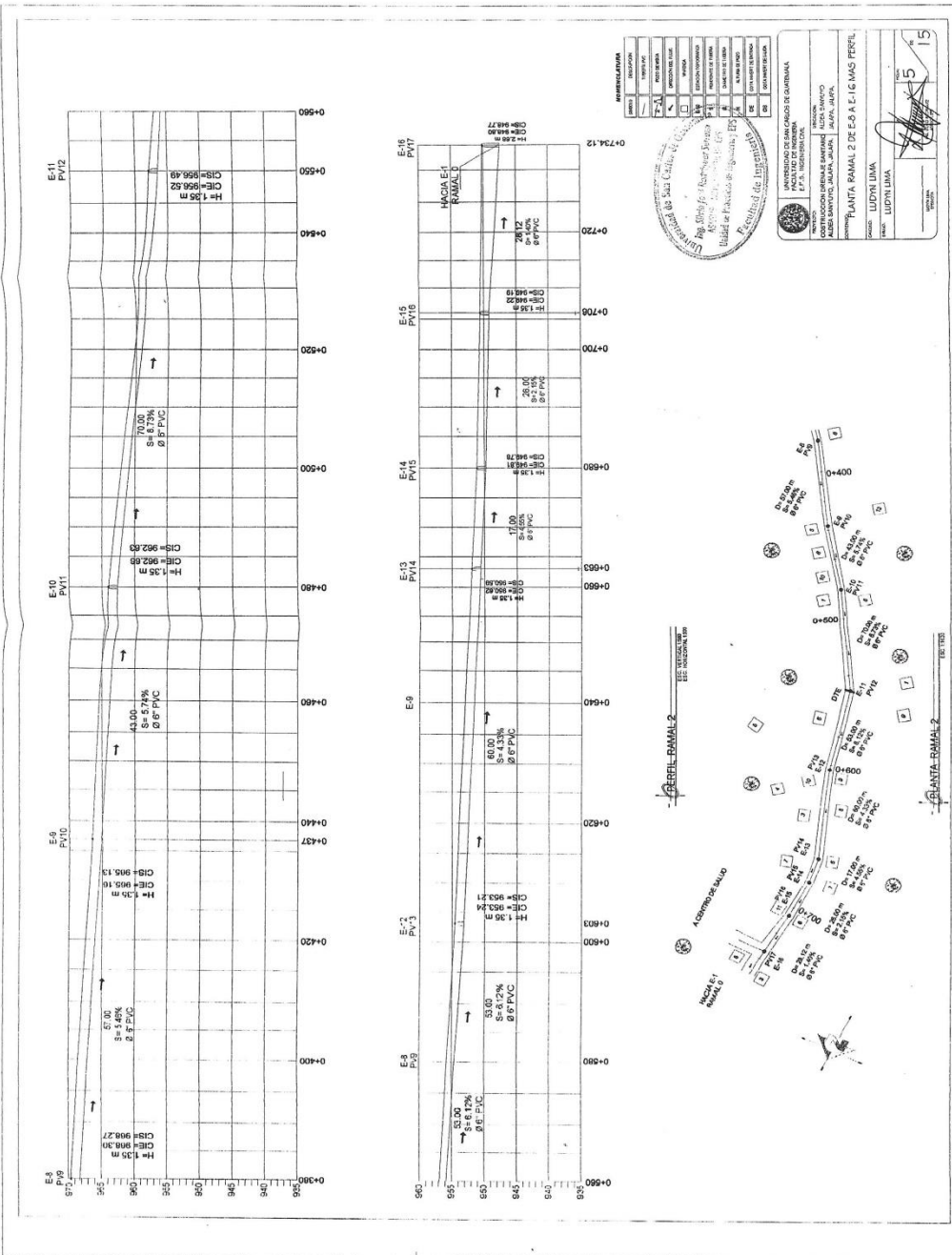
Memoria de cálculo

[illegible][illegible][illegible]

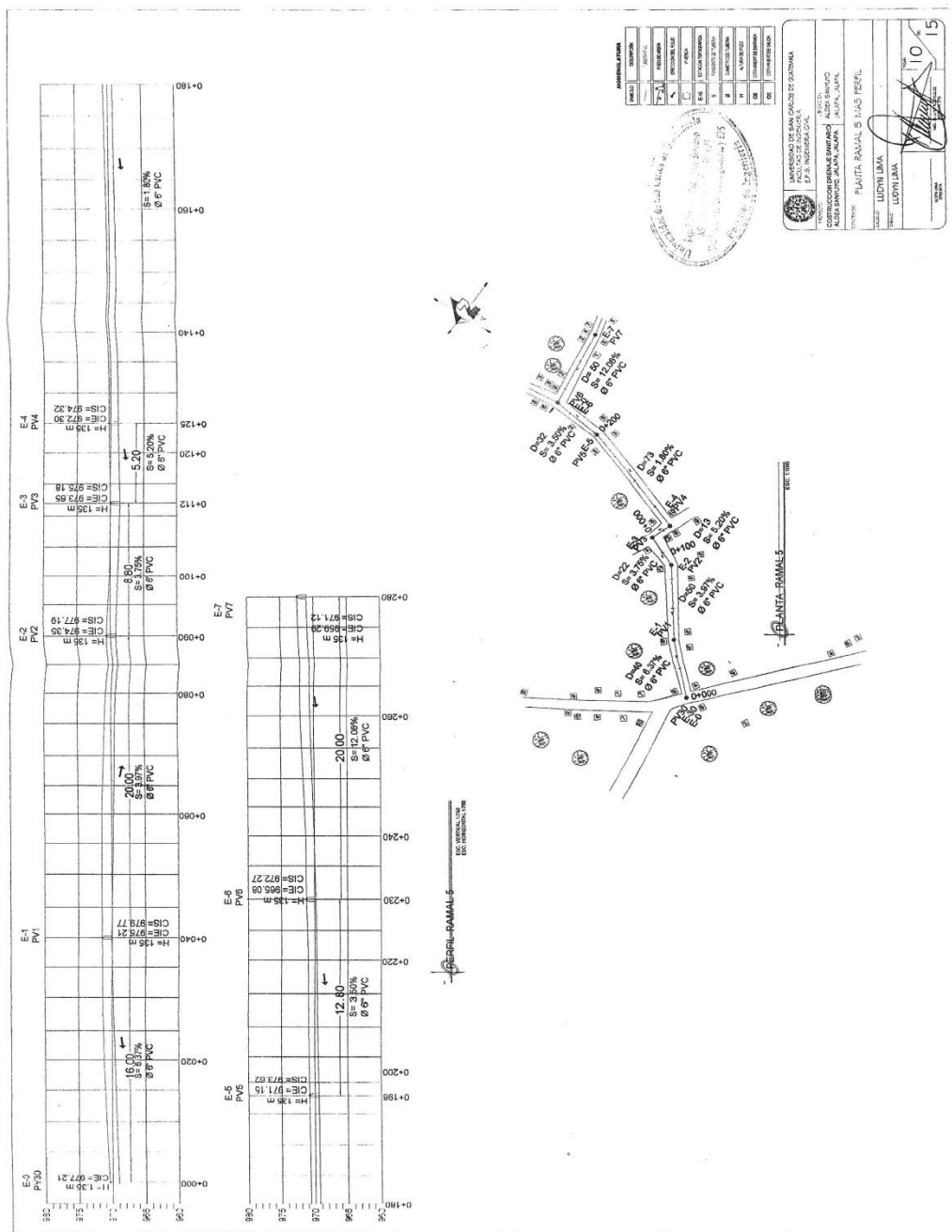


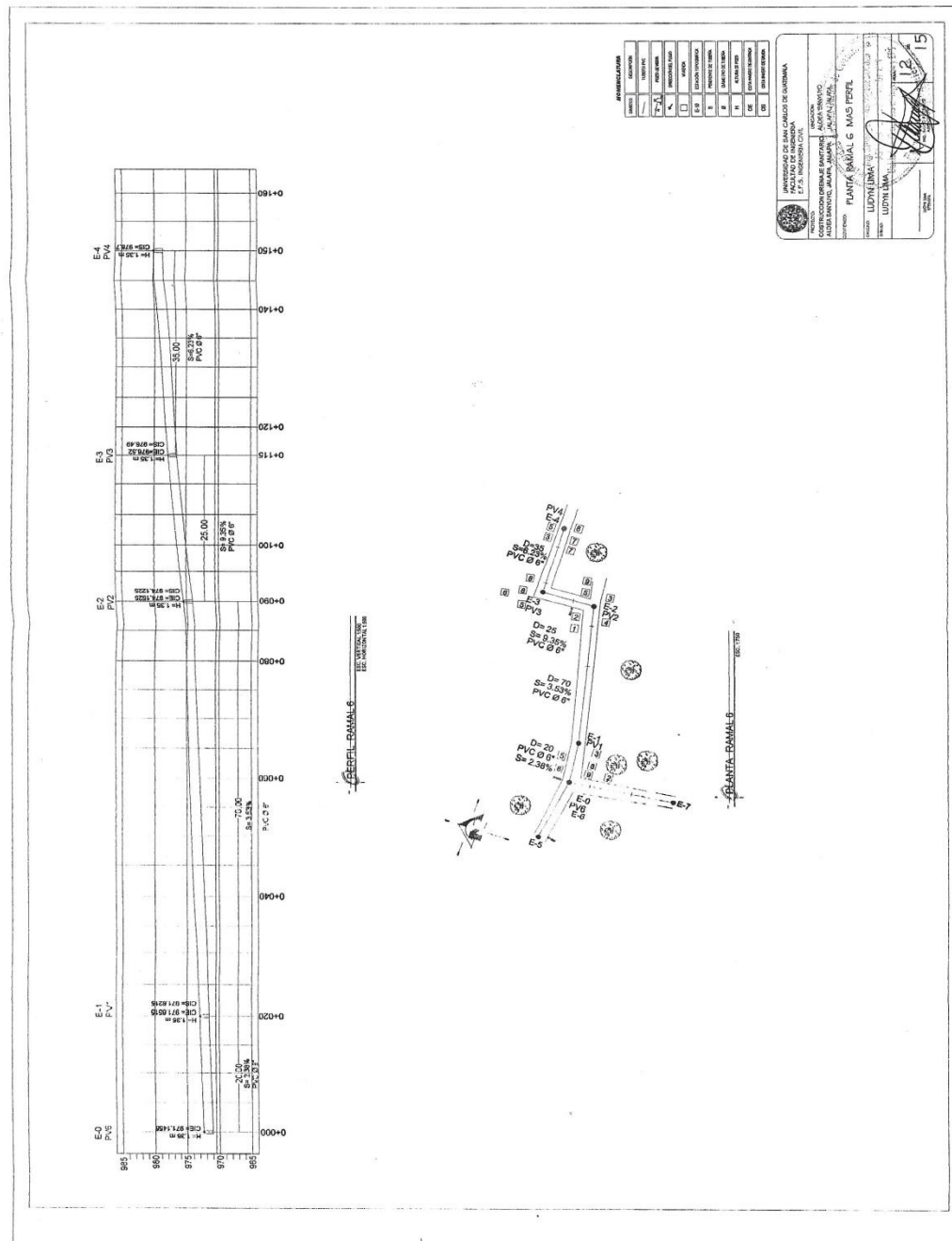


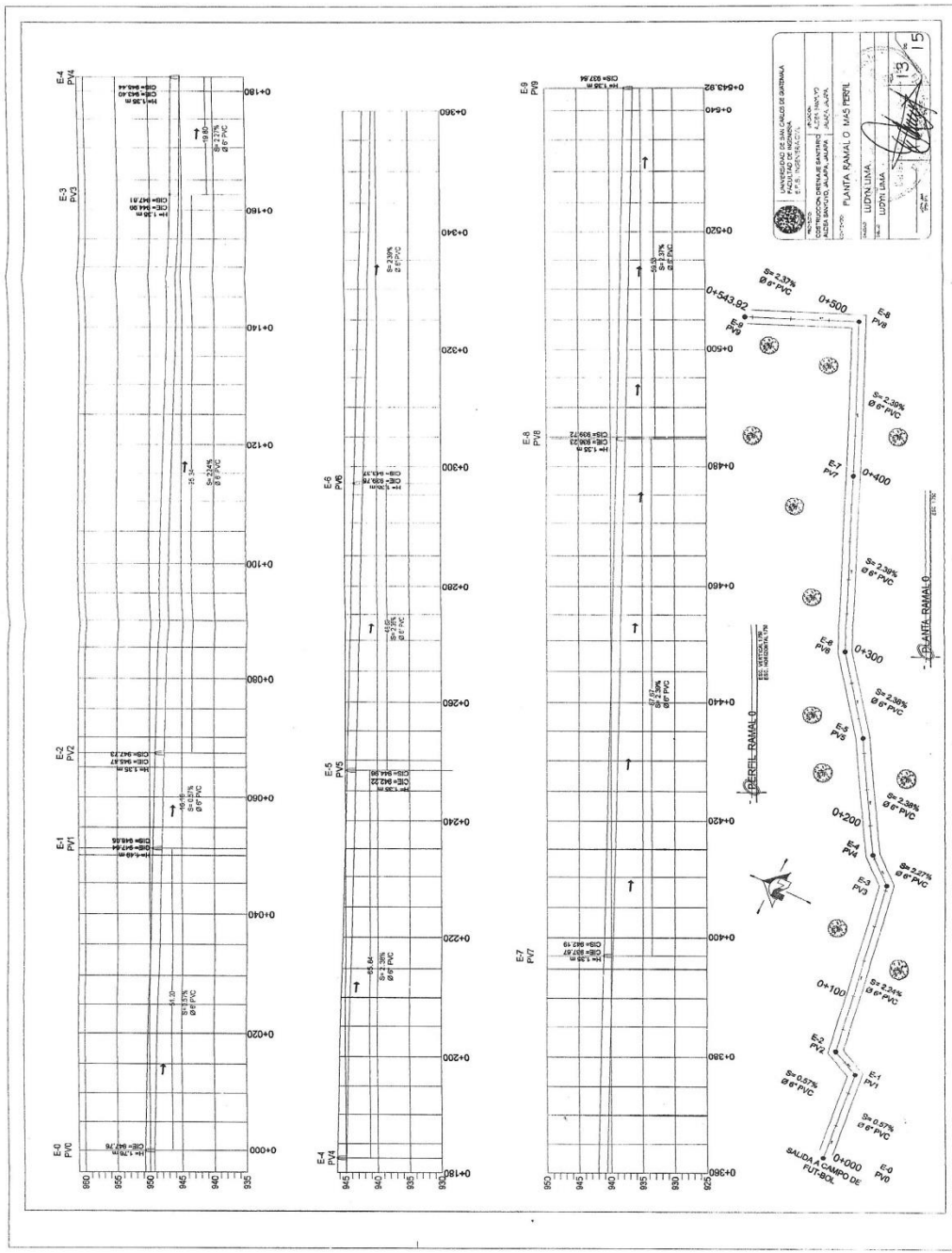


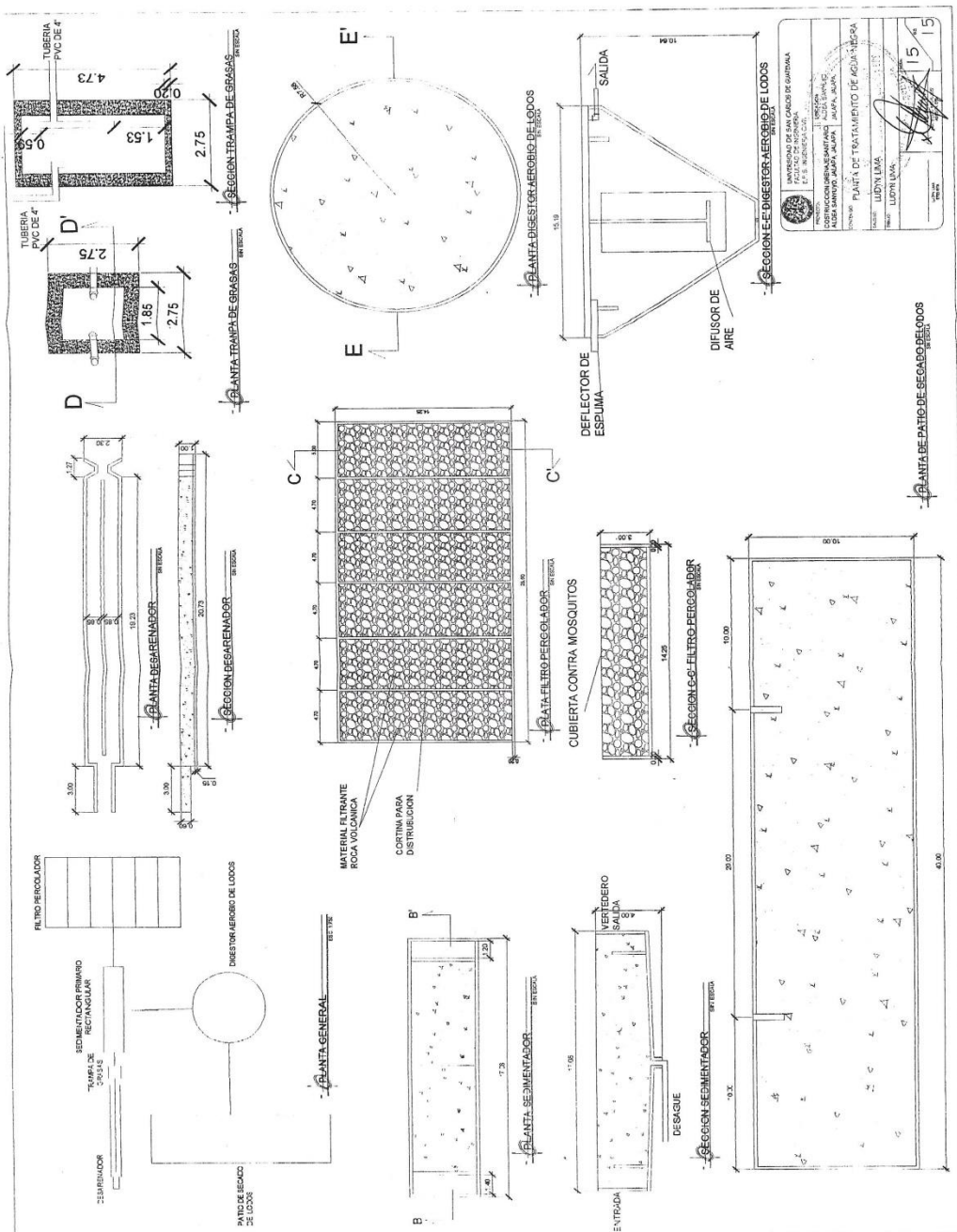


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA DE INGENIERIA EN VIALIDAD	
NOMBRE DEL ALUMNO: LUDVIN LIMA	
NOMBRE DEL TUTOR: LUDVIN LIMA	
FECHA: 15/05/2015	
TITULO: PLANTA RAMAL 2 DE E-8 A E-18 MAS PERIL	
LUDVIN LIMA	
15	









Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Apéndice 2.

Diseño de red de distribución de agua potable aldea El Duraznal, Jalapa, Jalapa

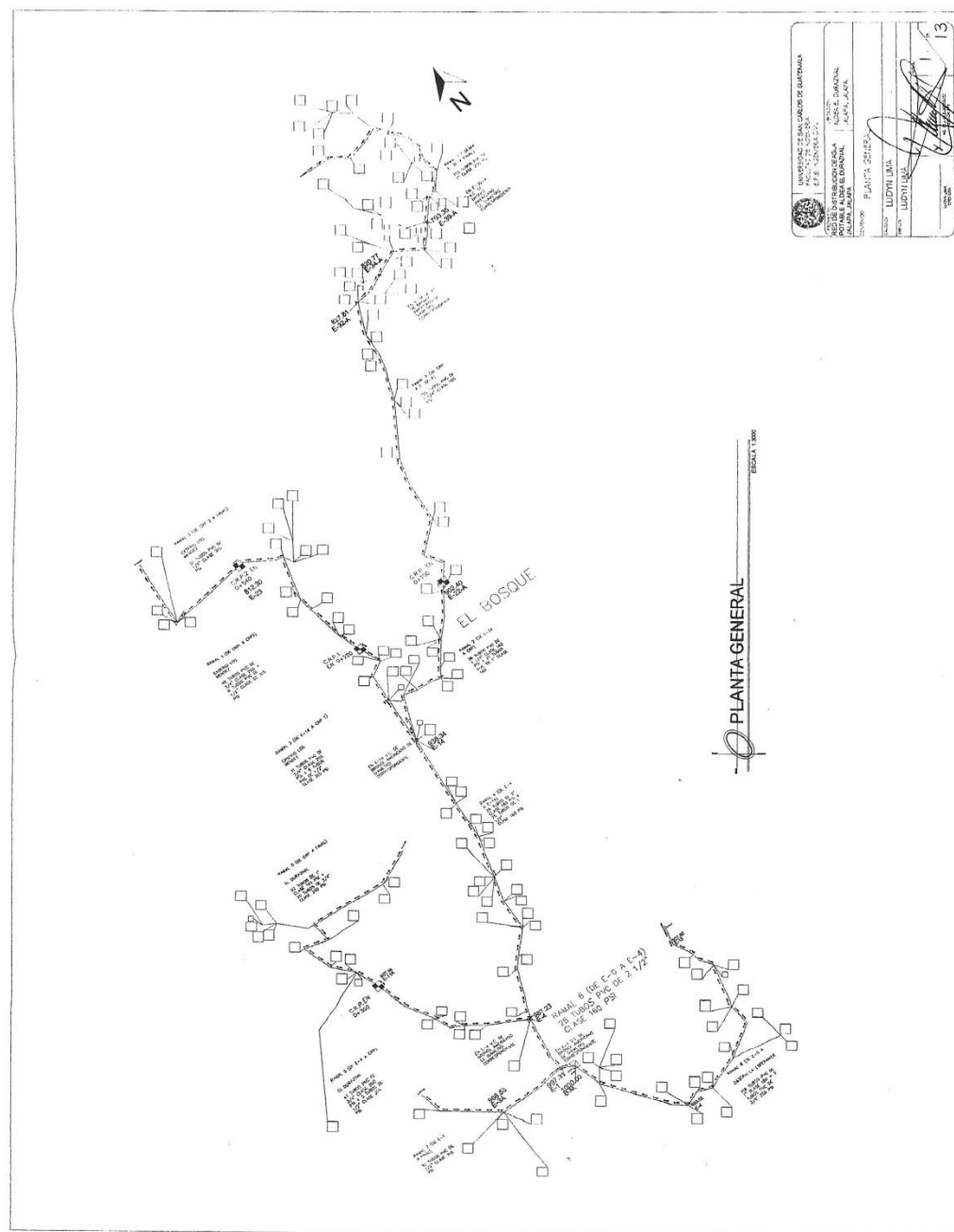
Memoria de cálculo:
de agua potable para la aldea El Duraznal, Jalapa

Bases de diseño

Ramal	Viviendas	Viviendas asum.	Hab./vhr	Población actual (censado)	Población actual/estimada	Tasa de crecimiento	Período de diseño	Población futura	Población asum.	Densidad(hab./ha)	Qm(h³/mg)	Ft(m)	QPM(h³/mg)	Q de uso S.
E-32-A FINAL	1	55.00	5.00	275.00	275.00	0.02631	20	346	546	100	0.63	2	1.26	1.10
E-32-A E-32-A	2	11.00	5.00	94.00	94.00	0.02631	20	118	704	100	0.82	2	1.83	1.21
E-32-A E-32-A	3	15.00	5.00	135.00	135.00	0.02631	20	169	954	100	0.82	2	1.83	1.21
CRP2 RAD	3	4.00	5.00	34.00	34.00	0.02631	20	57	327	100	0.07	2	0.13	0.34
CRP1 CRP1	3	12.00	5.00	78.00	78.00	0.02631	20	111	288	100	0.22	2	0.44	0.62
E-14 E-14	3	8.00	5.00	31.00	31.00	0.02631	20	54	242	100	0.28	2	0.56	0.75
E-4 E-14	4	20.00	5.00	131.00	131.00	0.02631	20	220	1259	100	1.46	2	2.91	1.67
E-4 CRP	5	6.00	5.00	31.00	31.00	0.02631	20	55	240	100	0.28	2	0.56	0.73
CRP RAD	5	19.00	5.00	110.00	110.00	0.02631	20	185	185	100	0.21	2	0.43	0.64
E-0 E-4	5	6.00	5.00	0.00	0.00	0.02631	20	0	1578	100	1.83	2	3.65	1.87
E-0 E-4	5	6.00	5.00	0.00	0.00	0.02631	20	0	1578	100	0.97	2	1.94	1.06
E-4 RAD	6	28.00	5.00	185.00	185.00	0.02631	20	318	318	100	0.37	2	0.74	0.38

Ramal	Q. Acumulado	UH	UH 5%	# Tubos	Costo final	Costo inicio	CfCo	Hf	Diametro	D 1	D 2
E-32-A FINAL	1.26	643.12	675.28	111.00	795.92	877.81	-67.89	37	1.37	1.151	1" 250
E-32-A E-32-A	1.38	801.89	831.58	103.00	877.81	877.81	-77.15	62.19	1.38	1.332	1 1/4 160
E-32-A E-32-A	1.84	960.49	984.71	93.00	939.46	939.46	-92.02	104.38	1.38	1.332	1 1/4 160
CRP2 RAD	0.34	280.09	304.71	51.00	717.09	807.61	-90.52	80.52	0.60	0.716	1/2"
CRP1 CRP1	0.62	320.09	336.00	56.00	807.61	899.61	-92	44.55	0.87	0.936	3/4" 250 psi
E-14 CRP1	0.75	220.00	231.00	35.00	899.61	984.34	-84.73	48.69	0.85	0.936	3/4" 250 psi
E-4 E-14	2.91	507.87	617.16	105.00	984.34	984.34	-84.73	48.69	0.85	0.936	3/4" 250 psi
E-4 CRP	0.73	300.00	315.00	51.00	911.2	987.23	-76.03	52.71	0.89	2.193	1 1/2" 160
CRP RAD	2.65	467.25	490.51	82.00	911.2	911.2	-81.98	21.38	1.195	2.193	1 1/2" 160
E-0 RAD	0.34	292.77	307.36	51.00	940.36	993.13	-52.77	39.58	0.69	0.716	1/2"
E-4 RAD	0.78	674.36	705.08	110.00	927.68	1000	-72.32	32.32	1.18	1.195	1" 400

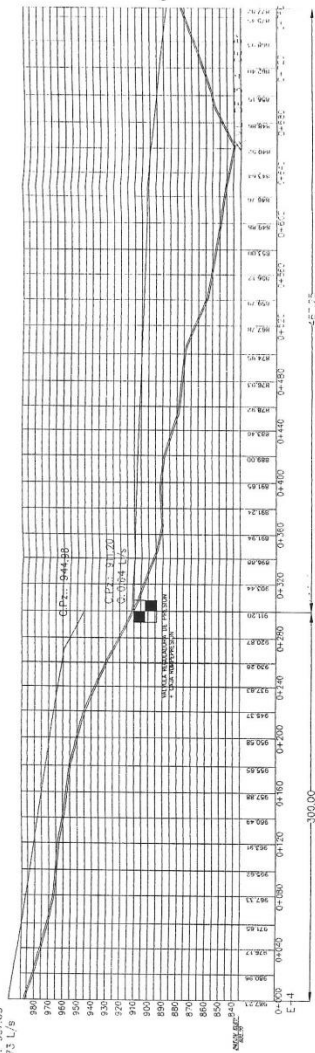
	Remail	HF1	HF2	L3	HF12	L1	HF11	Vel.1	Vel.2	C.Pr.	P.Final	#TUROS11	#TUROS12
E-32A FINAL	1	82.82	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.85	#DIV/0!	75.04	25.12	113.00	
C.R.P. E-32A	2	32.14	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.37	#DIV/0!	87.86	40.05	105.00	
E-14 C.R.P.	C.R.P.	24.19	81.12	165.65	34.41	315.06	157.07	1.37	1.53	79.98	9.98	26.00	27
CRP2 RAD	3	33.77	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.39	#DIV/0!	79.98	26.73	21.00	
CRP1 CRP2	3	33.01	115.50	47.42	16.30	288.58	25.35	1.42	2.38	854.06	17.73	31.00	8
E-14 CRP1	3	32.42	113.44	46.39	22.76	184.61	25.91	1.73	2.89	959.63	10.02	29.00	
E-4 E-14	4	16.30	48.37	451.64	34.80	176.13	4.57	1.2	1.87	958.32	19.98	29.00	75
E-4 CRP	5	42.57	148.95	30.02	14.20	284.98	36.51	1.69	2.83	944.88	33.78	47.00	5
CRP RAD	5	14.68	50.81	118.18	12.24	372.43	11.14	0.88	1.46	887.82	10	62.00	20
E-9 E-4	6	2.31	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.02	#DIV/0!	997.69	10.46	25.00	
E-1 RAD	7	34.06	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	1.29	#DIV/0!	965.52	23.16	51.00	
E-3 RAD	8	30.82	106.71	14.01	2.11	694.07	30.21	1.08	1.79	967.68	40	116.00	2







C.P.2.: 997.69
Q:073 L/s



62 TUBOS PVC DE 1" CLASE 160 PSI +
20 TUBOS PVC DE 3/4" CLASE 250 PSI

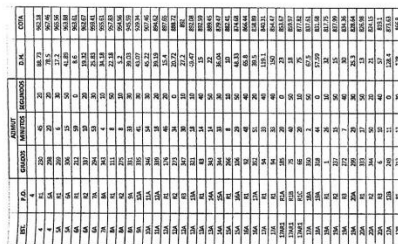
47 TUBOS PVC DE 3/4" CLASE 250 PSI
+5 TUBOS PVC DE 1/2" CLASE 315 PSI

RAMAL 5

PERFIL

ESCALA VERTICAL 1250
ESCALA HORIZONTAL 1250


[illegible][illegible]

[illegible]

5
RAWAL
DURZAN
EL

PIANTA

SCALE 1-1000

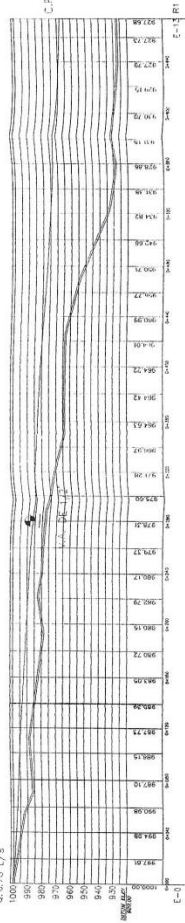
 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA F.P.S. INGENIERIA CIVIL</p>	<p>VERIFICACION</p> <p>ALDEA EL CUARONAL JALAPA, JALAPA</p>	<p>PLANTA RAMAL 5</p>	<p>WUDYN UIMA</p> <p>WUDYN UIMA</p>	<p>7</p>
	<p>PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA LIA DE POTABLES EN ALDEA EL CUARONAL, JALAPA, JALAPA</p>			

RAMAL 8 CASERIO LA ESPERANZA

CPZ: 1000

100000 L/S

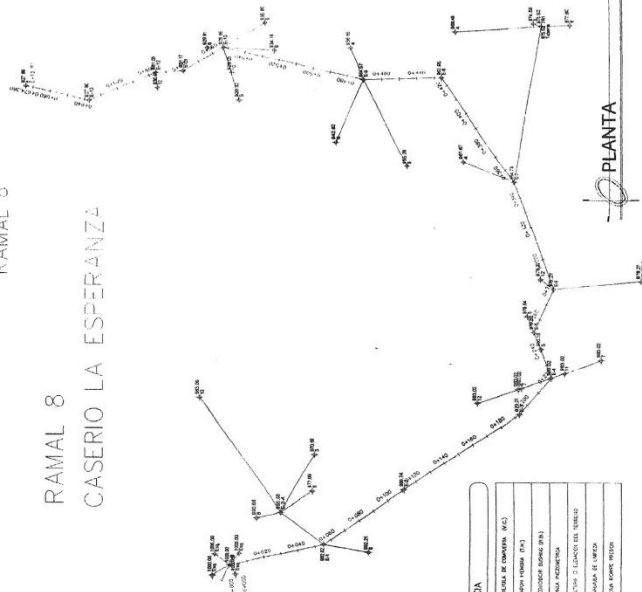
CPZ: 957.68



116 TUBOS PVC DE 1" CLASE 160 PS + 2 TUBOS PVC DE 3/4" CLASE 250 PS

RAMAL 8

RAMAL 8 CASERIO LA ESPERANZA



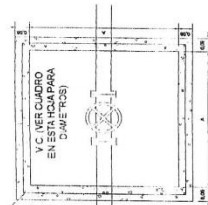
SINBOLOGIA DE REFERENCIA

—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA	—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA
—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA	—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA
—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA	—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA
—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA	—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA
—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA	—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA
—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA	—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA
—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA	—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA
—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA	—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA
—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA	—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA
—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA	—○—	SEÑAL DE EMERGENCIA

EST.	P.A.	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	S.E.	CPZ
0	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
1	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
2	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
3	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
4	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
5	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
6	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
7	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
8	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
9	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
10	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
11	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
12	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
13	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
14	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
15	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
16	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
17	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
18	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
19	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
20	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
21	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
22	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
23	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
24	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
25	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
26	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
27	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
28	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
29	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
30	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
31	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
32	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
33	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
34	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
35	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
36	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
37	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
38	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
39	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
40	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
41	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
42	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
43	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
44	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
45	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
46	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
47	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
48	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
49	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
50	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
51	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
52	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
53	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
54	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
55	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
56	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
57	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
58	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
59	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
60	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
61	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
62	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
63	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
64	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
65	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
66	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
67	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
68	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
69	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
70	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
71	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
72	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
73	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
74	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
75	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
76	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
77	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
78	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
79	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
80	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
81	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
82	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
83	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
84	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
85	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
86	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
87	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
88	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
89	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
90	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
91	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
92	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
93	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
94	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
95	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
96	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
97	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
98	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
99	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1
100	81.1	20	11.1	11.1	11.1	11.1

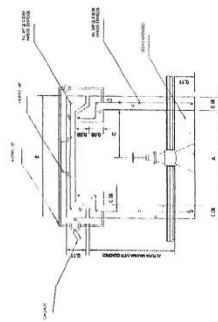
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
NOMBRE DEL ALUMNO: JUAN JUAN
NOMBRE DEL TUTOR: LUDY LIMA
FECHA: 13/09/2013
LUGAR: GUATEMALA

No. 3/8 @ 0.20 EN
AMBOS SENTIDOS



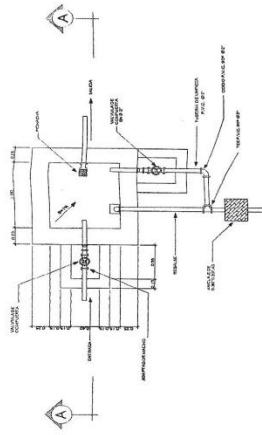
ANCHO PARA PASAR EL
TUBO = D TUBO + 5 cm

PLANTA CAJA DE VALVULAS
EN TUBERIA

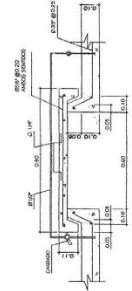


ELEVACION CAJA DE VALVULAS
SIN ESCALA

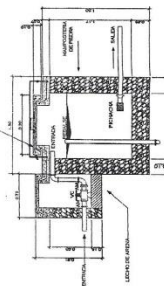
DIAMETRO	A	B	C	ALTURA MAXIMA
1/2"	0.40	0.48	0.20	0.40
1"	0.40	0.48	0.20	0.40
2"	0.50	0.58	0.25	0.40
2 1/2"	0.60	0.68	0.30	0.50
3	0.70	0.78	0.35	0.60



PLANTA DE CAJA ROMPE PRESION
ESCALA 1:25



DETALLE DE TAPADERA
ESCALA 1:10



SECCION A-A DE CAJA ROMPE PRESION
ESCALA 1:25

NOTAS:
- LA RECONSTRUCCION DE LA CAJA DE VALVULAS DEBE SER HECHA CON CEMENTO PORTLAND Y CEMENTO PORTLAND.
- EL CEMENTO DEBE SER DE MARCA CEMENTO PORTLAND Y CEMENTO PORTLAND.
- EL CEMENTO DEBE SER DE MARCA CEMENTO PORTLAND Y CEMENTO PORTLAND.
- EL CEMENTO DEBE SER DE MARCA CEMENTO PORTLAND Y CEMENTO PORTLAND.
- EL CEMENTO DEBE SER DE MARCA CEMENTO PORTLAND Y CEMENTO PORTLAND.
- EL CEMENTO DEBE SER DE MARCA CEMENTO PORTLAND Y CEMENTO PORTLAND.
- EL CEMENTO DEBE SER DE MARCA CEMENTO PORTLAND Y CEMENTO PORTLAND.
- EL CEMENTO DEBE SER DE MARCA CEMENTO PORTLAND Y CEMENTO PORTLAND.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CATEDRA DE DISEÑO DE OBRAS DE CONCRETO
PROYECTO DE DISEÑO DE OBRAS DE CONCRETO
DETALLE DE CAJA DE VALVULAS Y CAJA DE PRESION
AUTOR: LUDY LIMA
FECHA: 10/10/13
PAGINA: 13



